Acerca de este libro

Esta es una copia digital de un libro que, durante generaciones, se ha conservado en las estanterías de una biblioteca, hasta que Google ha decidido escanearlo como parte de un proyecto que pretende que sea posible descubrir en línea libros de todo el mundo.

Ha sobrevivido tantos años como para que los derechos de autor hayan expirado y el libro pase a ser de dominio público. El que un libro sea de dominio público significa que nunca ha estado protegido por derechos de autor, o bien que el período legal de estos derechos ya ha expirado. Es posible que una misma obra sea de dominio público en unos países y, sin embargo, no lo sea en otros. Los libros de dominio público son nuestras puertas hacia el pasado, suponen un patrimonio histórico, cultural y de conocimientos que, a menudo, resulta difícil de descubrir.

Todas las anotaciones, marcas y otras señales en los márgenes que estén presentes en el volumen original aparecerán también en este archivo como testimonio del largo viaje que el libro ha recorrido desde el editor hasta la biblioteca y, finalmente, hasta usted.

Normas de uso

Google se enorgullece de poder colaborar con distintas bibliotecas para digitalizar los materiales de dominio público a fin de hacerlos accesibles a todo el mundo. Los libros de dominio público son patrimonio de todos, nosotros somos sus humildes guardianes. No obstante, se trata de un trabajo caro. Por este motivo, y para poder ofrecer este recurso, hemos tomado medidas para evitar que se produzca un abuso por parte de terceros con fines comerciales, y hemos incluido restricciones técnicas sobre las solicitudes automatizadas.

Asimismo, le pedimos que:

+ *Haga un uso exclusivamente no comercial de estos archivos* Hemos diseñado la Búsqueda de libros de Google para el uso de particulares; como tal, le pedimos que utilice estos archivos con fines personales, y no comerciales.

+ *No envíe solicitudes automatizadas* Por favor, no envíe solicitudes automatizadas de ningún tipo al sistema de Google. Si está llevando a cabo una investigación sobre traducción automática, reconocimiento óptico de caracteres u otros campos para los que resulte útil disfrutar de acceso a una gran cantidad de texto, por favor, envíenos un mensaje. Fomentamos el uso de materiales de dominio público con estos propósitos y seguro que podremos ayudarle.

+ *Conserve la atribución* La filigrana de Google que verá en todos los archivos es fundamental para informar a los usuarios sobre este proyecto y ayudarles a encontrar materiales adicionales en la Búsqueda de libros de Google. Por favor, no la elimine.

+ *Manténgase siempre dentro de la legalidad* Sea cual sea el uso que haga de estos materiales, recuerde que es responsable de asegurarse de que todo lo que hace es legal. No dé por sentado que, por el hecho de que una obra se considere de dominio público para los usuarios de los Estados Unidos, lo será también para los usuarios de otros países. La legislación sobre derechos de autor varía de un país a otro, y no podemos facilitar información sobre si está permitido un uso específico de algún libro. Por favor, no suponga que la aparición de un libro en nuestro programa significa que se puede utilizar de igual manera en todo el mundo. La responsabilidad ante la infracción de los derechos de autor puede ser muy grave.

Acerca de la Búsqueda de libros de Google

El objetivo de Google consiste en organizar información procedente de todo el mundo y hacerla accesible y útil de forma universal. El programa de Búsqueda de libros de Google ayuda a los lectores a descubrir los libros de todo el mundo a la vez que ayuda a autores y editores a llegar a nuevas audiencias. Podrá realizar búsquedas en el texto completo de este libro en la web, en la página `http://books.google.com`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

UC-NRLF
$B 522 235

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF CALIFORNIA.
RECEIVED BY EXCHANGE
Class

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

APR 11 1911
EXCHANGE

Schriften

des

Vereines zur Verbreitung

naturwissenschaftlicher Kenntnisse

in

Wien.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Schriften des Vereines

zur Verbreitung

naturwissenschaftlicher Kenntnisse

in Wien.

Dreißigster Band.

Vereinsjahr 1889/90.

Wien, 1890.

Im Selbstverlage des Vereines zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien.

In Commission bei **W. Braumüller & Sohn.**

Digitized by Google

Populäre Vorträge

aus allen Fächern

der

Naturwissenschaft.

Herausgegeben

vom Vereine zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien.

Dreißigster Cyklus.

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

Wien, 1890.

Im Selbstverlage des Vereines zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien.

In Commission bei **W. Braumüller & Sohn.**

Digitized by Google

Q.44
V52
v.30

Für den Inhalt der Vorträge sind die Autoren verantwortlich.

Das Vortrags- und Redactions-Comité:

Dr. J. Finger, Dr. J. Rumpf, Dr. F. Toula.

Digitized by Google

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

JAHRES-BERICHT.

Ansprache

des Herrn Vereinspräsidenten

k. k. Ministerialrathes i. P.

Dr. Karl Brunner von Wattenwyl

am 19. März 1890.

Hochgeehrte Generalversammlung!

Der diesjährige Jahresbericht umfasst eine Reihe von Mittheilungen, welche eine Kräftigung unseres Vereines constatieren.

Nachdem die im Jahre 1888 mit vieler Anstrengung ausgeführte Action zur Vermehrung unserer Mitgliederzahl keinen erheblichen Gewinn gebracht hatte, ist die im Jahre 1889 erfolgte Fusion mit dem Montagsvereine in mannigfacher Beziehung günstig ausgefallen. Wir gewannen durch dieselbe die Mitwirkung bedeutender wissenschaftlicher Kräfte, und die retrograde Bewegung der Mitgliederzahl wurde zum Stehen gebracht, indem dieselbe heute nahezu die gleiche wie im Vorjahre ist und 708 beträgt.

214804

Digitized by Google

Seine k. und k. Hoheit der durchlauchtigste Herr Erzherzog Karl Ludwig hat geruht, das Protectorat unseres Vereines anzunehmen. Durch dieses von höchster Stelle unserem Vereine bewiesene Interesse erhoffen wir die Anregung neuer Gönner, welche wir umsomehr benöthigen, als die Bedürfnisse und mit denselben die Kosten sich steigern.

Der Ausfall einer Anzahl unterstützender Mitglieder ist durch den Zuwachs nicht gedeckt, und der Wegfall der Subvention, welche wir von unserem früheren Protector, dem durchlauchtigsten Herrn Kronprinzen, erhalten hatten, bildet eine schmerzliche Lücke.

Wir feierten den dreißigjährigen Bestand des Vereines dadurch, dass wir den Vortragscyclus 1889/90 in diesen neuen, schönen Localitäten des Niederösterreichischen Gewerbevereines eröffneten und hiebei, entsprechend den Bedingungen der Fusion mit dem Montagsvereine, dem Publicum Freiplätze einräumten. Wir stehen heute mit 128 wissenschaftlichen Gesellschaften im Tauschverkehr.

Wir haben bisher die wertvollen wissenschaftlichen Werke, welche wir als Tausch gegen unsere Schriften erhielten, angesammelt und nach einiger Zeit veräußert, wodurch uns eine schätzenswerte Einnahme erwuchs. Im Berichtsjahre beschloss der Ausschuss dieselben dadurch zu verwerten, dass wir sie der Bibliothek der technischen Hochschule einverleibten gegen Erhöhung der vom hohen k. k. Unterrichtsministerium

Digitized by Google

bewilligten Subvention. Seine Excellenz der Herr Minister hat hierüber noch keinen Entschluss gefasst und somit kann die gedachte Anordnung noch nicht als definitiv betrachtet werden.

Um den Nachfragen nach Separatexemplaren einzelner Vorträge zu genügen, haben wir beschlossen, dieselben gegen einen geringen Betrag zu verkaufen. Da die Drucklegung stets unmittelbar nach Abhaltung des Vortrages erfolgt, so erwächst dadurch den Mitgliedern der Vortheil, dass Vorträge, welche ein besonderes Interesse haben, lange vor der Ausgabe des Jahrbuches erhältlich sind.

Der Verein bedauert den Hinscheid von vierzehn Mitgliedern, welchen wir einen freundlichen Nachruf widmen wollen durch Erheben von den Sitzen (Verzeichnis der Verstorbenen siehe rückwärts).

Mit Befriedigung ergreife ich den Anlass, um unseren Gönnern den Dank des Vereines auszusprechen. An ihrer Spitze stehen Seine Majestät der Kaiser, die Mitglieder des Allerhöchsten Kaiserhauses, Seine königl. Hoheit Herzog von Cumberland, das hohe k. k. Ministerium für Cultus und Unterricht.

Ich spreche den Dank aus der öffentlichen Presse für die bereitwillige Aufnahme unserer Vortragsankündigungen und die freundliche Besprechung der Vorträge.

Der Firma Siemens und Halske, sowie der Firma Plössl, welche auch in diesem Jahre ihre Angestellten und ihre wertvollen Apparate für die Demon-

Digitized by Google

strationen unentgeltlich zur Verfügung stellten, danke ich im Namen des Vereines.

Ich schließe meinen Jahresbericht, indem ich Abschied nehme von der Ehrenstelle, welche Sie mir seit dem Jahre 1884 anvertraut haben. Der Ausschuss hielt es für zweckmäßig, das Fusionswerk mit dem Montagsvereine dadurch zu krönen, dass er Ihnen den Vorschlag macht, den früheren Obmann dieses Vereines nunmehr zu unserem Präsidenten zu wählen. Mit Hinblick auf die hervorragende Stellung, welche dieser Mann in der Wissenschaft einnimmt, empfehle ich Ihnen seine Wahl aufs wärmste. Ich übergebe die Leitung des Vereines mit dem freudigen Bewusstsein, dass derselbe sich eines gedeihlichen Fortschrittes erfreut, und spreche meinen Dank aus den Herren Collegen des Ausschussrathes, durch deren einsichtsvolle Thätigkeit das erfreuliche Resultat erreicht wurde. Mir aber wollen Sie gestatten, auch fernerhin als Mitglied Ihres Ausschusses für den Verein thätig zu sein.

Bericht des Secretärs:

Infolge Ablaufes des Mandates treten heuer statutengemäß aus dem Ausschusse die Herren: Präsident Dr. Karl Brunner von Wattenwyl, Vicepräsident Dr. Jakob Rumpf und die Ausschussräthe: Döll, Fuchs, Dr. von Lang, Dr. Ritter von Le Monnier, Ritter von Rumler und Stöger.

Nachdem der Ausschuss einen anderen Vorschlag für die Stelle des Präsidenten macht und Herr von Le

Digitized by Google

Monnier wegen Zeitmangel aus dem Ausschusse ausgetreten ist, so ist für diese beiden Herren eine Ersatzwahl nöthig, außerdem sind neu zu wählen: ein Vicepräsident und fünf Ausschussräthe.

In dankbarer Anerkennung der Verdienste, welche sich Herr Hofrath Dr. Karl Brunner von Wattenwyl durch sechs Jahre als Präsident und frühere Jahre als Vicepräsident um den Verein erworben hat, wurde von dem Ausschusse der einstimmige Beschluss gefasst, den genannten Herrn zum Ehrenmitgliede des Vereines zu ernennen und die Bitte an die geehrte Generalversammlung zu richten, diesen Beschluss durch Ihr Votum zu sanctionieren.

Für die freigewordene Stelle des Präsidenten wird der bisherige Ausschussrath Herr Universitätsprofessor Dr. Victor Edler von Lang empfohlen.

Da die übrigen ausscheidenden Herren ihre Geneigtheit ausgesprochen haben, eine eventuelle Wiederwahl annehmen zu wollen, so erlaubt sich der Ausschuss, diese Herren, ferner an Stelle des zum Präsidenten bestimmten Herrn Dr. von Lang zum Ausschussrathe das neue Ehrenmitglied und früheren Präsidenten Herrn Dr. von Brunner und als Ersatz an Stelle des ausgetretenen Herrn von Le Monnier den Herrn Oberstlieutenant Albert Edlen von Obermayer zur Wahl vorzuschlagen, sämmtlich mit zweijähriger Functionsdauer.

Zu Rechnungsrevisoren werden ebenfalls die beiden Herren aus der Reihe unserer verehrten Mitglieder

Digitized by Google

wieder in Vorschlag gebracht, die bisher die Güte hatten, dieses Amtes zu walten.

Der in Ihren Händen befindliche Wahlvorschlag des Ausschusses ist übrigens ganz unverbindlich und steht es selbstverständlich jedem Vereinsmitgliede frei, statt der bezeichneten Namen andere an deren Stelle zu setzen.

Ich ersuche nunmehr die Stimmzettel gefälligst abgeben zu wollen.

Cassa-Gebahrung im 29. Vereinsjahre,

d. i. vom 1. November 1888 bis 31. October 1889.

Einnahmen:

Saldovortrag vom vorigen Jahre	fl.	13.49
Jahresbeiträge der Vereinsmitglieder	„	2429.—
Subventionen	„	540.—
Interessen vom Vereinsvermögen	„	397.50
Verkauf von Vereinsschriften	„	119.76
Rückporti etc.	„	2.85
Übernommenes Vereinsvermögen des Naturwissenschaftlichen Vereins infolge der Fusion	„	466.12
Summe der Einnahmen .	fl.	3968.72

Ausgaben:

Honorare für die Manuscripte der Vorträge . .	fl.	1004.80
Druckkosten des Jahrbuches, der Karten, Programme etc.	„	1185.20
Illustrationen zum Jahrbuch und zu den Vorträgen	„	138.55
Functionspauschale für den Secretär	„	200.—
Miete der Vortragssäle sammt Beleuchtung und Heizung	„	345.—

Digitized by Google

Kosten der Jubiläumsausstellung	fl.	46.84
Ankauf von 500 fl. Februarrente zum Stammvermögen.	„	417.60
Apparate und Transport derselben zu den Vorträgen	„	38.70
Verwaltungsauslagen	„	64.74
Porti	„	27.55
Incasso-Provision	„	94.60
Bedienung, Remunerationen, Neujahrsgeschenke	„	88.—
Auslagen anlässlich der Action zur Werbung neuer Mitglieder	„	199.98
Buchbinderauslagen	„	3.60
Summe der Ausgaben .	fl.	3855.16
Barsaldo auf neue Rechnung	fl.	113.56

Wien, den 21. October 1889.

W. Lukesch,
Cassier.

Befund der Herren Revisoren:

Vorliegende Rechnung wurde der Ziffer nach und auf Grund der Beilagen geprüft und richtig befunden.

Der am Schlusse des Vereinsjahres verbleibende Saldo per fl. 113.56 wurde bar vorgefunden und auf neue Rechnung übertragen.

An Stammvermögen wurden vorgefunden:

10 Fünftel K. Ferd. Nordb.-Actien à 200 fl. Nom. C. M. fl. 2000
3500 fl. Februarrente . . . . . „ 3500

Wien, den 21. October 1889.

J. Ed. Nowotny,
k. k. Rechnungsrath d. R.

Bockhorn,
Oberbuchhalter.

Digitized by Google

Nach Verlesung des Cassaberichtes schließt der Präsident, da sich niemand zum Worte meldet, die dreißigste Generalversammlung und ertheilt dem Herrn Professor Dr. Toula das Wort zu dem programmäßigen Vortrage über: Reisen und geologische Untersuchungen in Bulgarien.

Nach Beendigung des Vortrages theilt der Secretär Stöger das Resultat der Wahl mit. Es wurden 82 Stimmzettel abgegeben, von welchen 80 unverändert dem Wahlvorschlage entsprachen, so dass beinahe einstimmig gewählt erscheinen:

zum Ehrenmitglied: der abtretende Präsident des Vereines Herr Dr. Karl Brunner von Wattenwyl, k. k. Ministerialrath i. P.;

zum Präsidenten: Dr. Victor Edler von Lang, k. k. Universitätsprofessor und wirkliches Mitglied der kaiserl. Akademie der Wissenschaften;

zum Vicepräsidenten: Dr. Jakob Rumpf, k. k. Schulrath und Gymnasialprofessor;

zu Ausschussräthen: Dr. Karl Brunner von Wattenwyl, k. k. Ministerialrath i. P.; Eduard Döll, Realschul-Director; Theodor Fuchs, Director der geologisch-paläontologischen Abtheilung des k. k. naturhistorischen Hofmuseums, correspondierendes Mitglied der kaiserl. Akademie der Wissenschaften; Albert Edler von Obermayer, k. und k. Oberstlieutenant, correspondierendes Mitglied der kaiserl. Akademie der Wissenschaften; Franz Rumler Ritter von Aichen-

Digitized by Google

wehr, k. k. Ministerialrath; Victor Stöger, k. k. Hofzahlamtscassier und derzeit Secretär des Vereines;

für die Rechnungsrevisoren-Stellen: Georg Bockhorn, Oberbuchhalter Sr. kgl. Hoheit des Herzogs von Cumberland; Eduard Nowotny, k. k. Ministerial-Rechnungsrath a. D.

Schließlich fordert der Herr Vicepräsident und Obmann des Redactions- und Vortragscomites Prof. Dr. Toula die Anwesenden zur Mitwirkung bei Werbung neuer Mitglieder auf. Jedes der jetzigen geehrten Vereinsmitglieder sollte es sich angelegen sein lassen, wenigstens ein neues Mitglied dem Vereine zuzuführen, damit derselbe seiner Aufgabe in immer vollkommenerer Weise gerecht werden könne.

Digitized by Google

Vereinsleitung

für das 31. Vereinsjahr 1890/91:

Präsident: Lang Victor, Edler v., Dr., k. k. Universitätsprofessor und wirkl. Mitglied der kais. Akademie der Wissenschaften etc. 1890.

Vicepräsidenten: Toula Franz, Dr., Professor an der k. k. technischen Hochschule. 1889.

— Rumpf Jakob, Dr., k. k. Schulrath und Gymnasialprofessor am Theresianum. 1890.

Secretär: Stöger Victor, Cassier im k. und k. Hofzahlamte. 1890.

Cassier: Lukesch Willibald, Controlor der Ersten österreichischen Sparcassa. 1889.

Ausschussräthe: Brunner von Wattenwyl Karl, Dr., k. k. Ministerialrath i. P., Vicepräsident des Wissenschaftlichen Club etc. 1890.

— Burgerstein Alfred, Dr., Gymnasialprofessor. 1889.

— Döll Eduard, Realschul-Director. 1890.

— Finger Josef, Dr., Professor an der k. k. technischen Hochschule. 1889.

— Fuchs Theodor, Custos und Vorstand der geolog.-paläontolog. Abtheilung im k. k. naturhistorischen Hofmuseum, corr. Mitglied der kais. Akademie der Wissenschaften. 1890.

— Hauer Franz Ritter v., Dr., k. k. Hofrath und Intendant des k. k. naturhistorischen Hofmuseums, wirkl. Mitglied der kais. Akademie der Wissen-

Digitized by Google

schaften, Vice-Präsident des Wissenschaftlichen Club etc. 1889.

— Karrer Felix, k. k. Ministerial-Concipist a. D. und erster Secretär des Wissenschaftlichen Club. 1889.

— Ludwig Ernst, Dr., k. k. Hofrath, Universitätsprofessor, Mitglied der kais. Akademie der Wissenschaften 1889. etc.

— Obermayer Albert, Edler von, k. u. k. Oberstlieutenant und correspondierendes Mitglied der kais. Akademie der Wissenschaften. 1890.

— Penck Albrecht, Dr., k. k. Universitätsprofessor. 1889.

— Pernter Josef, Dr., Adjunct an der k. k. meteorologischen Centralanstalt. 1889.

— Rumler Franz Ritter von Aichenwehr, k. k. Ministerialrath. 1890.

Rechnungs-Revisoren: Bockhorn Georg, Oberbuchhalter Sr. kgl. Hoheit des Herzogs von Cumberland.

— Nowotny Eduard, k. k. Ministerial-Rechnungsrath a. D.

Mittheilungen, Zuschriften und Sendungen an den Verein wollen gefälligst an die Adresse:

Verein zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien, IV.,

k. k. technische Hochschule

gerichtet werden.

Digitized by Google

Gesellschaften, Vereine und Anstalten, mit welchen Schriftentausch stattfindet:

Altenburg: Naturforschende Gesellschaft der Osterlander.
Amiens: Société Linnéenne.
Augsburg: Naturhistorischer Verein.
Bamberg: Naturforschende Gesellschaft.
Basel: Naturforschende Gesellschaft.
Batavia: Koniglike naturkundige Vereeniging in Neederlandsch Indie.
Bergen: „Naturen", Monatsschrift für populäre Naturwissenschaften.
Berlin: Königliche Akademie der Wissenschaften.
„ Entomologischer Verein.
„ Polytechnische Gesellschaft.
„ Botanischer Verein für die Provinz Brandenburg.
Bern: Naturforschende Gesellschaft.
„ Schweizerische entomologische Gesellschafts-Bibliothek.
Bologna: Accademia delle scienze del istituto di Bologna.
Bonn: Naturhistorischer Verein der preuß. Rheinlande und Westphalens.
Bordeaux: Société des sciences physiques et naturelles.
Boston: Society of natural history.
„ Proceedings of the American Academy of arts and sciences.
Bremen: Naturwissenschaftlicher Verein.
Brescia: Ateneo di Brescia.
Breslau: Schlesische Gesellschaft für vaterländische Cultur.
Brünn: K. k. mähr.-schlesische Gesellschaft zur Beförderung des Ackerbaues, der Natur- und Landeskunde.
„ Naturforschender Verein.
Brüssel: Société malacologique de Belgique.
„ Société belge de microscopie.
„ Société entomologique de Belgique.
Budapest: Kön. ungar. geologische Anstalt.

Digitized by Google

Budapest: Kön. ungar. naturwissenschaftliche Gesellschaft.
Buenos-Ayres: Academia nacional.
Cassel: Verein für Naturkunde.
Chemnitz: Naturwissenschaftliche Gesellschaft.
Cherbourg: Société nationale des sciences naturelles et mathématiques.
Christiania: Königliche norwegische Universität.
Chur: Naturforschende Gesellschaft Graubündtens.
Danzig: Naturforschende Gesellschaft.
Donau-Eschingen: Verein zur Geschichte und Naturgeschichte.
Dorpat: Naturforschende Gesellschaft.
Dresden: Naturwissenschaftliche Gesellschaft „Isis".
„ Gesellschaft für Natur- und Heilkunde.
Dürkheim a. d. H. (Rheinpfalz): „Pollichia".
Emden: Naturforschende Gesellschaft.
Erfurt: Kön. Akademie gemeinnütziger Wissenschaften.
Erlangen: Physikalisch-medicinische Societät.
Florenz: Società entomologica italiana.
Frankfurt a. M.: Physikalischer Verein.
„ „ „ Senckenberg'sche naturforschende Gesellschaft.
Frauenfeld-Schweiz: Thurgauische naturforschende Gesellschaft.
Freiburg im Breisgau: Naturforschende Gesellschaft.
Genua: Società di letture.
Gießen: Oberhessische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde.
Görlitz: Naturforschende Gesellschaft.
„ Oberlausitzische Gesellschaft der Wissenschaften.
Gravenhaag: Neederlandsche entomologische Vereeniging.
Graz: Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark.
Greifswald: Naturwissenschaftlicher Verein für Neu-Vorpommern und Rügen.
Güstrow: Archiv des Vereines der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg.
Halle: Naturwissenschaftl. Verein für Sachsen und Thüringen.
„ Verein für Erdkunde.
„ Kais. Leopoldinisch-Carolinische Akademie der Naturforscher.
Hamburg-Altona: Naturwissenschaftlicher Verein.
Hamburg: Verein für naturwissenschaftliche Unterhaltung.
Harlem: Musée Teyler.
Heidelberg: Naturhistorisch-medicinischer Verein.

Digitized by Google

Helsingfors: Societas scientiarum Fennicae.
„ Societas pro fauna et flora fennica.
„ Finska vetenskap societeten.
Hermannstadt: Siebenbürgischer Verein für Naturwissenschaften.
Innsbruck: Ferdinandeum.
„ Naturwissenschaftlich-medicinischer Verein.
Kiel: Naturwissenschaftlicher Verein für Schleswig-Holstein.
Klagenfurt: Naturhistorisches Landesmuseum von Kärnten.
Königsberg: Kön. physikalisch-ökonomische Gesellschaft.
Landshut: Botanischer Verein.
Lausanne: Société vaudoise des sciences naturelles.
Leipa: Nordböhmischer Excursionsclub.
Leipzig: Verein für Erdkunde.
Linz: Museum Francisco-Carolinum.
„ Verein für Naturkunde in Österreich ob der Enns.
Luxemburg: Société des sciences naturelles.
Lüttich: Société géologique de Belgique.
Mailand: Società italiana di scienze naturali.
Marburg in Deutschland: Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften.
Mecklenburg: Verein der Freunde der Naturgeschichte.
Moskau: Kaiserliche Gesellschaft der Naturforscher.
München: Kön. bairische Akademie der Wissenschaften.
Neufchâtel: Société des sciences naturelles.
New-York: Academy of sciences.
Nürnberg: Naturhistorische Gesellschaft.
Paris: Annuaire Géologique universelle (Dr. Dagincourt).
Passau: Naturhistorischer Verein.
Philadelphia: Academy of natural sciences of Philadelphia.
Prag: Kön. böhm. Gesellschaft der Wissenschaften.
„ Naturhistorischer Verein „Lotos".
Pressburg: Verein für Natur- und Heilkunde.
Regensburg: Zoologisch-mineralogischer Verein.
Reichenberg: Verein der Naturfreunde.
Riga: Naturforscher-Verein.
Rio de Janeiro: Museo nacional.
Rom: R. Accademia dei Lincei.
„ R. Comitato geologico d'Italia.
Rouen: Société des amis des sciences naturelles.
Salem: Peabody academy of science.
„ Essex institute.

Digitized by Google

Salzburg: Gesellschaft für Salzburger Landeskunde.
S. Francisco: California academy of sciences.
St. Gallen: Naturwissenschaftliche Gesellschaft.
St. Petersburg: Comité géologique.
Schaffhausen: Schweizerische entomologische Gesellschaft.
Stockholm: Entimologisk Tidskrift.
Stuttgart: Verein für vaterländische Naturkunde in Württemberg.
Triest: Bolletino della società di scienze naturali.
Upsala: Société royal des sciences à Upsal.
Venedig: L'Ateneo veneto.
Washington: Smithsonian institution.
„ Director of Geological survey.
Wien: „ Alpenclub, österreich. IV., Apfelgasse 6.
„ Anthropologische Gesellschaft. I., Burgring, k. k. naturhistor. Hofmuseum.
„ K. k. geologische Reichsanstalt. III., Rasumoffskygasse 23.
„ K. k. geographische Gesellschaft. I., Universitätsplatz 2.
„ K. k. naturhistorisches Hofmuseum.
„ K. k. zoologisch-botanische Gesellschaft. I., Herrengasse 13.
„ Section „Austria" des deutsch-österreichischen Alpenvereines. 1., Wallnerstraße 13.
„ Verein für niederösterreichische Landeskunde. I., Herrengasse 13.
„ Touristenclub. I., Herrengasse 23.
„ Wissenschaftlicher Club. I., Eschenbachgasse 9.
Wiesbaden-Nassau'scher Verein für Naturkunde im Herzogthume Nassau.
Würzburg: Polytechnischer Central-Verein.
Zürich: Naturforschende Gesellschaft.

Digitized by Google

Die Schriften des Vereines werden zugestellt:

An die Allerh. k. und k. Familien-Fideicommissbibliothek.
„ „ Bibliotheken der durchlauchtigsten Herren Erzherzoge Carl Ludwig, Ludwig Victor, Albrecht, Wilhelm, Leopold und Rainer.
„ „ Bibliothek des Herrn Herzogs von Cumberland.
„ das hohe k. k. Ministerium für Cultus und Unterricht.
„ die Bibliothek der k. k. Hochschule für Bodencultur in Wien.
„ „ „ der k. k. Theresian. Akademie in Wien.
„ „ „ des k. k. akademischen Gymnasiums in Wien.
„ „ „ des k. k. Staats-Gymnasiums im II. Bezirke in Wien.
„ „ „ des Communal-Real- und Ober-Gymnasiums im II. Bezirke in Wien.
„ „ „ der Communal-Ober-Realschule im IV. Bezirke in Wien.
„ den Niederösterr. Gewerbe-Verein in Wien.
„ die Bibliothek der k. k. Universität in Czernowitz.
„ „ „ „ „ „ „ „ Graz.
„ „ „ „ „ „ „ „ Innsbruck.
„ „ „ „ „ „ deutschen Universität in Prag.
„ „ „ „ kais. Universität in Straßburg.
„ den Deutsch-österreichischen Leseverein an der Universität in Wien.
„ den Naturwissenschaftlichen Verein an der k. k. Universität in Wien.
„ den Deutschen Leseverein an der k. k. Bergakademie in Leoben.

Digitized by Google

Verzeichnis

der im Vereine im 30. Vereinsjahre 1889/90 gehaltenen Vorträge:

6. November 1889. Prof. Dr. Eduard Sueß: Über die Structur Europas.

13. November 1889. Prof. Dr. Sigmund Exner: Über die menschliche Stimme.

20. November 1889. Prof. Dr. Hans Molisch: Blattgrün und Blumenblau. (Mit Experimenten.)

27. November 1889. Director der mineral.-petrogr. Abtheilung am k. k. naturhist. Hofmuseum Dr. Aristides Brezina: Wie wachsen die Steine? (Mit Demonstrationen.)

4. December 1889. Custos am k. k. naturhist. Hofmuseum Dr. Emil v. Marenzeller: Über Färbung und Zeichnung der Thiere.

11. December 1889. Prof. Dr. Max Gruber: Die bacteriologische Wasseruntersuchung und ihre Ergebnisse.

18. December 1889. Docent und dipl. Ingenieur Max Jüllig: Über die Fortschritte der Telephonie. (Mit Demonstrationen.)

8. Jänner 1890. Hofrath Prof. Dr. Ernst Ludwig: Ein Capitel aus der Nahrungsmittellehre. (Mit Experimenten.)

15. Jänner 1890. Docent Dr. J. M. Pernter: Die blaue Farbe des Himmels.

22. Jänner 1890. K. und k. Linienschiffs-Lieutenant Ludwig Ritter von Höhnel: Zum Rudolf-See und Stefanie-See.

29. Jänner 1890. Prof. Dr. Hans Kundrat: Über Wachsthumsstörungen des menschlichen Organismus. I. Der Muskulatur. (Mit Demonstrationen.)

Digitized by Google

5. Februar 1890. Docent Dr. Richard Ritter von Wettstein: Die wichtigsten pflanzlichen Feinde unserer Forste.

12. Februar 1890. Prof. Dr. Franz Toula: Zur Erinnerung an Melchior Neumayr.

12. Februar 1890. Custos-Adjunct am k. k. naturhistorischen Hofmuseum Dr. Ludwig Ritter Lorenz v. Liburnau: Die Aufgabe naturhistorischer Museen.

19. Februar 1890. Docent Dr. Ernst Lecher: Die Versuche von H. Hertz über den Zusammenhang von Licht und Elektricität.

26. Februar 1890. Docent Dr. Rudolf Benedikt: Die Harze. (Mit Experimenten.)

5. März 1890. Prof. Dr. Albrecht Penck: Das österreichische Alpenvorland.

12. März 1890. Leiter der photographischen Versuchsanstalt Prof. Dr. Josef Maria Eder: Über Fortschritte in der Photographie.

19. März 1890. Prof. Dr. Franz Toula: Reisen und geologische Untersuchungen in Bulgarien.

Digitized by Google

Protector:

Se. kaiserl. und königl. Hoheit

der Durchlauchtigste Herr

Erzherzog Karl Ludwig,

kaiserlicher Prinz, Erzherzog von Österreich, königlicher Prinz von Ungarn und Böhmen, Ritter des goldenen Vließes, Großkreuz des St. Stephans-Ordens ꝛc., General der Cavallerie, Inhaber des Uhlanen-Regiments Nr. 7, Ehrenmitglied der kaiserl. Akademie der Wissenschaften

ꝛc. ꝛc.

Digitized by Google

Digitized by Google

Verzeichnis

der

Subventionen, der Vereinsmitglieder[1]) und ihrer Beiträge für das 30. Vereinsjahr 1889/90.

Subventionen:

	fl.
Se. k. u. k. Apost. Majestät der Kaiser . . .	100
Se. kais. Hoheit Erzherzog Karl Ludwig . .	30
Se. kais. Hoheit Erzherzog Otto	20
Se. kais. Hoheit Erzherzog Ludwig Victor . .	25
Se. kais. Hoheit Erzherzog Albrecht	25
Se. kais. Hoheit Erzherzog Wilhelm	25
Se. kais. Hoheit Erzherzog Rainer	25
Se. königl. Hoheit Herzog v. Cumberland . .	30
Das hohe k. k. Ministerium für Cultus und Unterricht	200
Se. Durchlaucht Fürst Collalto Emanuel, I., Rathhausstraße 21 (Kanzlei Dr. Karl Grüner, Advocat, I., Wollzeile 1)	25
Se. Erlaucht Landgraf Fürstenberg Eduard, I., Himmelpfortgasse 13	25
Lecher Ernst, Dr., Privatdocent	50
Rothschild Albert, Freiherr von, IV., Heugasse.	30
Rothschild Alphons, Freiherr von, IV., Heugasse	30
Rothschild Nathaniel, Freiherr von, IV., Theresianumgasse	30

Ehrenmitglieder:

	fl.
Se. Excellenz Herr Dr. Karl Edler v. Stremayr, k. k. Geheimer Rath, zweiter Präsident des k. k. Obersten Gerichtshofes, Minister a. D., I., Schottengasse 3 .	5

[1]) Die mit * versehenen Namen bezeichnen die Mitglieder, welche im Vereine Vorträge abgehalten haben.

Digitized by Google

fl.

*Brunner von Wattenwyl Karl, Dr., k. k. Ministerialrath i. P., VIII., Trautsongasse 6 5

Unterstützende Mitglieder:

fl.

*Albert Eduard, Dr., k. k. Hofrath und Universitätsprofessor, IX., Maximilianplatz 7 5
Anthoine Karl, Edler v., erzherzoglicher Hofcassier . 5
Apotheker-Verein, allg. Wiener, IX., Spitalgasse 31 5
Arneth Alfred, Ritter v., k. k. Geheimer Rath, Präsident der kais. Akademie der Wissenschaften, Mitglied des Herrenhauses, k. k. Hofrath, I., Parkring 16 . . . 5
Arneth Franz, Ritter v., Dr. Med., I., Kolowratring 14 5
Arthaber Joh. Jos. Rud., Edler v., kais. Rath etc., I., Wallnerstraße 9 5
Ascher Adolf, Ritter v., k. k. Hofrath, I., Michaelerplatz 6 5
Augusta Josef, Ritter v., k. k. Landesgerichts-Präsident a. D., VIII., Landesgerichtsstraße 11 5
Auspitz Rudolf, Großhändler, I., Schwarzenbergstr. 3 5
Bach Alexander, Freiherr v., Dr., k. k. Geheimer Rath, Minister a. D., II., Praterstraße 55 10
Banhans Anton, Dr., k. k. Geheimer Rath, Minister a. D., Reichsraths- und Landtags-Abgeordneter, Präsident des Niederösterr. Gewerbevereines, I., Stefansplatz, Zwettelhof 5
Beck Josef, beeideter Börsensensal, IX., Hörlgasse 14 5
Beermüller Johann, Währing, Cottage, Carl Ludwigstraße 53 5
Bernardt Eduard, Ritter v., Dr., fürstl. Kinsky'scher Hofrath, I., Freiung 4 5
Bernardt Richard, Ritter v., Dr., Advocat, I., Plankengasse 1 5
Bettelheim Karl, Dr. der Medicin, I., Nibelungenstraße 4 5
Billitzer Josef, III., Reisnerstraße 11a 5
Binder Andr., k. k. Bau-Inspector a. D., III., Marokkanergasse 1 5
Bischoff Friedrich, k. k. Hofrath und Baudirector der k. k. General-Direction der österr. Staatsbahnen . . 5
*Böhm Josef, Dr., k. k. Univ.-Professor, IX., Garnisonsgasse 4 5
Boskowitz Julius, Ingenieur, I., Mehlmarkt 9 . . . 5

Digitized by Google

fl.

*Breitenlohner Jakob, Dr., Professor an der k. k. Hochschule für Bodencultur, VIII., Skodagasse 12 . 5
Breunner-Enkevoërth August, Graf v., I., Singerstraße 16 (Gütterkanzlei) 5
Byland-Rheidt Arthur, Graf, k. k. Geheimer Rath, Feldzeugmeister, Reichs-Kriegsminister a. D., II., Praterstraße 66 10
Chiodi Johann, Papierfabrikant, I., Maximilianstraße 13 5
Chlumeczky Johann, Ritter v., k. k. Geheimer Rath, Minister a. D., Reichsraths- und Landtags-Abgeordneter, I., Parkring 16 10
Cieszkowski August, Graf v., Dr. phil., Präsident der Freunde der Naturwissenschaften in Posen, Wiszczenica bei Posen 5
Cohn Salo, Bankier, I., Schottenring 3 5
Colloredo-Mansfeld Josef, Fürst, I., Stubenring 6 . 10
David Alois, fürstl. Metternich'scher Hofrath, III., Rennweg 23 10
Denk Amalie, Frau, III., Hauptstraße 84, 3. Hof . . 10
Ditmar C. Rudolf, kais. Rath, k. k. Hof-Lampenfabrikant etc., I., Weihburggasse 4 5
Ditmar Louise, Frau, I., Weihburggasse 4 5
Dohnel Franz, k. k. Oberrechnungsrath a. D., Ober-Döbling, Hauptstraße 5 5
Duchek Marie, Frau, k. k. Hofraths- und Professorswitwe, IX., Alsbachstraße 4 5
Dumba Nicolaus, Realitätenbesitzer, Reichsraths-Abgeordneter etc., I., Parkring 4 10
Eichler v. Eichkron, Freiherr v., IV., Heugasse 4 . 5
*Engelhard Karl, Professor der Wiener Handelsakademie und der Fortbildungsschule für Eisenbahnbeamte, II., Wintergasse 15 5
Engelmann Johanna von Engelsthal, Frau, V., Krongasse 9 5
Enzenberg Arthur, Graf, Dr., Sections-Chef im k. k. Unterrichtsministerium, I., Minoritenplatz 7 10
Enzinger Georg, Fabriks-Gesellschafter, I., Schellinggasse 3 5
Faber Moriz jun., IV., Schwindgasse 5 10
Falkenhayn Julius, Graf, k. k. Geheimer Rath, Ackerbauminister 10
Feifalik Hugo, Ritter von, k. k. Regierungsrath, Secretär Ihrer Majestät der Kaiserin, Hofburg . . . 10

Digitized by Google

fl.

Fenz Rudolf, Dr., Hof- und Gerichts-Advocat, IV., Plösslgasse 10 5
Filek v. Wittinghausen Marie, Frau, I., Johannesg. 19 5
Fleckenstein Anna, Frau, Doctorsgattin, IV., Hauptstraße 40 5
Fleckenstein, Fräulein, IV., Hauptstraße 40 . . . 5
Fogy Dorothea, Frau, IV., Schwindgasse 19 10
Forster Karl, Dr., IV., Wiedener Hauptstrasse 36 . . 5
Freißler Anton, Civil-Ingenieur u. k. k. Hof-Maschinenfabrikant, X., Erlachplatz 4 5
Freißler Josefine, dessen Frau Gemahlin, X., Erlachplatz 4 5
Frick Franz, Geschäftsführer, I., Auwinkel 4 5
Fruhwirth Karoline v., Frau, IV., Technikerstraße 9 5
Gall Eduard v., erzherzogl. Secretär i. P., Baden, Rathhausgasse 9 5
Ganglbauer Cölestin, Se. Eminenz, Cardinal und Fürsterzbischof in Wien † 5
Giuliani Ernst v., k. k. Sections-Chef im Justizministerium, I., Schillerplatz 4 5
Gögl Johann, kais. Rath, I., Fichtegasse 6 5
Greville Moore George, Capitän, Naval- and Military Club, 94 Piccadilly in London 5
Grieninger Heinrich, Kaufmann, I., Rothenthurmstr. 14 5
Grillmayer Johann, Fabriksbesitzer, I., Maximilianstr. 9 5
Groller v. Mildensee J., k. k. Feldmarschall-Lieutenant, Währing, Gürtelstraße 121 5
Grund Karl, Dr., Hof- und Gerichtsadvocat, I., Bankgasse 2 5
Gutmann J. W., Ritter v., Großhändler, I., Kantgasse 6 5
Haan Friedrich, k. k. Ministerialrath a. D., I., Freiung 6 5
Haimberger Johann, Freiherr v., Dr., Hof- und Gerichts-Advocat, I., Teinfaltstrasse 8 10
Hansen Theophil, Freiherr v., Dr., k. k. Oberbaurath und Professor, I., Amalienstraße 3 15
Harrach Johann Franz, Graf, k. k. Geheimer Rath, Herrenhausmitglied und Herrschaftsbesitzer, I., Freiung 3 . 5
Hartel Victor, Kaufmann, II., Taborstraße 11 . . . 5
Hassek Heinrich, Lederfabrikant, IV., Waaggasse 5 . 5
Hauber Anton, infulierter Abt und Prälat zu Neuräusch in Mähren 5
Hauer Josefine, Fräulein v., I., Burgring, k. k. naturhistor. Hofmuseum 5

Digitized by Google

fl.

Helf Josef, Privatier, I., Tuchlauben 17 10
Hildesheimer L., I., Kolowratring 3 10
Hohenwart Karl, Graf, Präsident des k. k. Obersten Rechnungshofes, k. k. Geheimer Rath, I., Seilerstätte 5 . 10
Holzhausen Adolf, k. k. Hofbuchdrucker, VII., Breiteg. 8 5
Hoyos-Sprinzenstein Ernst, Graf v., k. k. Geh. Rath, Herrenhausmitglied, Güterbesitzer, I., Kärntnerring 5 . 10
Jäger Heinrich, I., Schottenring 19 5
Jaques Heinrich, Dr., Reichsraths-Abgeordneter, Hof- und Gerichtsadvocat, I., Freisingergasse 6 5
Ihm Josef, k. k. Rechnungsrath i. P., III., Marxergasse 40 5
Jung Friedrich, k. k. Feldmarschall-Lieutenant a. D., VI., Wallgasse 42 5
Kalaus Josef, V., Kettenbrückengasse 19 5
Karl Alexander, infulierter Abt und Prälat in Melk . 5
Karl Peter, Privatier, VII., Lindengasse 15 5
Kinsky Ferdinand, Fürst, k. k. Geheimer Rath, I., Freiung 4 10
Königswarter Moriz, Freiherr v., Mitglied des Herrenhauses, Generalconsul etc., I., Kärntnerring 4 . . . 10
Korčian Benedict, Prälat und Abt des Stiftes Raigern bei Brünn 5
Kornhuber Hermine, Frau, V., Kettenbrückengasse 3 5
Kosterschitz Ubald, Prälat im Chorherrenstifte zu Klosterneuburg 5
Kratochwill Hugo, Chef der erzherzogl. Albrecht'schen Central-Buchhaltung, III., Neulinggasse 12 5
K. F., Baron 5
*Krist Josef, Dr., k. k. Schulrath und Professor, Graz, Halbarthgasse 12 5
Kriz Johann, Beamter im k. und k. Kriegsministerium, VIII., Piaristengasse 25 5
Kuffner Moriz v., Ottakring, Bräuhaus 5
Kutschera Johann, erzherzogl. Zahlmeister, III., Beatrixgasse 29 † 5
*Lang Victor v., Dr., Professor, Weinhaus, Hauptstr. 34 5
Lassnigg Josef, k. k. Hofrath, I., Schottenhof . . . 5
Lawner Jakob, Börse-Agent, VIII., Laudongasse 11 . 5
Lechner Ferdinand, erzherzogl. Industrialbeamter, III., Neulinggasse 12. 5
*Leidesdorf M., Dr., Professor der Psychiatrie a. d. k. k. Universität, Döbling, Hirschengasse 7 † . . . 5
Leitenberger Friedrich, Freiherr v., Fabriksbesitzer, I., Parkring 16 10

Digitized by Google

	fl.
List Franz, Kaufmann, II., Taborstraße 17	5
Litsken Otto, fürstlich Metternich'scher Director, III., Rennweg 25	5
Lobmayer Ludwig, k. k. Hof-Glaswarenfabrikant, I., Kärntnerstraße 19	5
Luckhardt Fritz, kais. Rath, Prof. und Vicepräsident des Niederösterr. Gewerbevereines, II., Taborstraße 18 .	5
*Ludwig Ernst, Dr., k. k. Hofrath, k. k. Univ.-Prof. etc., Döbling, Hirschengasse 72	5
Mannsfeld Josef, Graf, I., Zedlitzgasse 8	10
Marcelli Clementine geb. v. Hassinger, Frau, VIII., Lenaugasse 10	5
Markowitz Josef, Beamter, VII., Burggasse 51. . .	5
Mauthner Ludwig, I., Fichtegasse 2	5
Mayer August, Dr., IX., Berggasse 20	5
Metternich Richard, Fürst von, k. k. Geheimer Rath, Herrenhausmitglied, III., Rennweg 27	20
Militärwissenschaftlicher und Casino-Verein, I., Strauchgasse	5
Millanich Alois, Dr., Hof- und Gerichts-Advocat, I., Wollzeile 22	5
Minister Josef, Ingenieur der Wr.-Neustädter Tiefquellenwasserleitung, I., Lichtenfelsgasse 5	5
Musil Eduard, kais. Rath, Central-Director der Neusiedler Papierfabriks-Gesellschaft, I., Kolowratring 12	5
Nadler Friedrich, Beamter d. Staatsbahn, IX., Bergg. 17	5
*Obermayer Albert, Edler v., k. k. Oberstlieutenant, VI., Gumpendorferstraße 43	5
Obrist Adolf, Beamter der Nordwestbahn, IV., Waaggasse 13	5
Pachner Anton, Freiherr v. Eggenstorf, k. k. wirkl. Hofrath und Cabinets-Secretär Sr. Majestät des Kaisers, k. k. Truchsess, I., Freiung 6	5
Peez Alexander, Dr., Fabriks- und Realitätenbesitzer, I., Elisabethstraße 6	5
Peter Josef, k. k. Ministerial-Oberingenieur, II., Carmelitergasse 8	5
Pissling Wilhelm, Ritter v., Dr., Professor und k. k. Statthaltereirath in Prag, Wenzelsplatz 43	5
Pretis-Cagnodo, Freiherr v., k. k. Geheimer Rath, Minister a. D., in Triest	10
Ransonnet-Villez Karl, Freiherr v., k. k. Geheimer Rath, Sectionschef a. D., I., Neuer Markt 9	5

Digitized by Google

fl.

Reder Albert, Dr. und Professor, I., Herrengasse 12/I 5
*Reuss August, Ritter v., Dr., Professor der Augenheilkunde a. d. k. k. Universität, I., Wallfischgasse 4 . . 5
Richter Josef, I., Canovagasse 7 5
Richter, dessen Frau Gemahlin, I., Canovagasse 7 . . 5
Riemerschmied Adolf, Fabrikant, IV., Weyringerg. 7 5
Rinesch Franz, k. k. Landesgerichts-Adjunct, VIII., Langegasse 16 5
Rösgen v. Floss Karl, k. k. Feldmarschall-Lieutenant a. D., Gmunden, Piesdorferstraße 46 5
Rosswinkler, Fräulein, IV., Karlsgasse 22 5
Rumler Franz, Ritter v. Aichenwehr, k. k. Ministerialrath, IV., Hauptstraße 40/I 5
*Rumpf Jakob, Dr., k. k. Schulrath und Gymnasial-Professor, IV., Alleegasse 30 5
Rumpf Victoria, Professorsgattin, IV., Alleegasse 30 . 5
Sauerländer Johann Jakob, I., Kärntnerring 13 . . 5
Schauenstein Anton, Ritter v., k. k. Ministerialrath a. D., IV., Floragasse 3 5
Schaumburg-Lippe Wilhelm Karl August, Prinz, erbliches Herrenhausmitglied, k. k. Oberst, Güterbesitzer, zu Nachod in Böhmen 10
Schiff Max Theodor, I., Amalienstraße 6 5
Schiff Paul Theodor, Banquier, IV., Favoritenstraße 20 5
Schneer Theodor, k. k. Regierungsrath und Hof-Zahlmeister, VII., Kirchengasse 19 5
Schneider Hermann, General-Agent und Abtheilungs-Vorstand der priv. österr.-ungar. Staatseisenbahn-Gesellschaft 5
Schöppl Gottlieb, Beamter der Österr.-ungar. Bank, III., Hauptstraße 84 5
Schüler Friedrich Julius, Dr., General-Director der Südbahn, I., Kohlmarkt 11 5
Schumann Ritter von Kantzegg, k. k. General-Auditor, IV., Schwindgasse 16 10
Schumann v. Kantzegg Emilie, Frau, IV., Schwindg. 16 5
Schwarz v. Meiler Eduard, Freiherr v., k. k. Feldmarschall-Lieutenant a. D., I., Reichsrathsstraße 25 . 5
Schwarz v. Mohrenstern, Privatier, II., Praterstr. 23 . 5
Schwarzenberg Johann Adolf, Fürst, I., Neuer Markt 15
Sederl Josef sen., Steinmetzmeister, III., Reisnerstr. 51 5
*Simony Oscar, Dr. und Professor an der Hochschule für Bodencultur, III., Salesianergasse 13 5

Digitized by Google

fl.

Sitzler Oscar v., Beamter der Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft, II., Darwingasse 34 5
Sochor Eduard, Freiherr von Friedrichsthal, Dr. jur., k. k. Hofrath, General-Director der Carl Ludwigbahn, Reichsraths-Abgeordneter, I., Kärntnerring 7 . . . 5
Spaček Karl, Dr., gräfl. Harrach'scher Wirthschaftsrath und Reichsraths-Abgeordneter, I., Freiung 3 5
Stadler Wilhelm, Beamter der Vers.-Ges. „Janus", I., Opernring 3 (Heinrichshof) 5
Stern Wilhelm, I., Schottenring 17 5
Stockert Franz, Ritter v., k. k. Regierungsrath und Central-Inspector der Nordbahn, IV., Heugasse 18 . 5
Stöckl Anton, k. k. Regierungsrath, II., Asperngasse 3 5
Streicher Karoline, Frau, I., Opernring 29 5
Stummer Josef, Ritter v. Traunfels, k. k. Regierungsrath etc., I., Elisabethstraße 1 5
Sueß, Frau, Reichsraths-Abgeordneten- und k. k. Univ.-Professorsgattin, II., Afrikanergasse 9 5
Szilva Marie, Fräulein v., I., Singerstraße 23 . . . 5
Sztojánovits de Laczunás Georg, Freiherr v., Conceptspraktikant bei der bosnischen Landesregierung in Sarajewo 5
Tandler Josef, Ritter v. Tanningen, k. k. Ministerialrath a. D., III., Ungargasse 27 5
Topscher Gustav, Dr., k. k. Notar, III., Hauptstr. 21 5
Walther-Burg Anton, Freiherr v., Feldmarschall-Lieutenant i. P., Budweis 5
Washington Max, Freiherr v., Gutsbesitzer, Herrenhausmitglied, Schloss Pöls bei Wildon in Steiermark 5
Weinberg J. L., Privatier, I., Kärntnerring 13 . . . 5
*Weiß Edmund, Dr., k. k. Univ.-Professor etc., Director der Sternwarte in Währing 5
Weiß Heinrich v. Schleußenburg, k. k. Generalmajor a. D., in Graz, Maiffredigasse 2 5
Wierzbicki Joh., k. k. Senats-Präsident des Obersten Gerichts- und Cassationshofes, VIII., Tulpengasse 6 5
Wilczek Hans, Graf, k. k. Geheimer Rath, Herrenhausmitglied, I., Herrengasse 5 10
Winiwarter Max, Ritter v., Dr., Hof- und Gerichtsadvocat, I., Singerstraße 13 5
Wittgenstein Fanny, Gutsbesitzersgattin, III., Salesianergasse 2 5
Wolfbauer Franz, Handelsakademiker, I., Johannesg. 23 5

Digitized by Google

	fl.
Wotruba, k. und k. Oberstlieut., IV., Mostgasse 12 .	5
Zinner Karl, Magistratsrath, VII., Lerchenfelderstr. 39	5
Zipfl Franz, Dr. der Med., II., Taborstraße 14 . . .	5

Ordentliche Mitglieder:

	fl.
Adler Mathilde Frl. und Familie, I., Kolowratring 6 .	5
Adler Rudolf, I., Strauchgasse 1	2
Alth F., Ritter v., Director der k. k. Staats-Realschule in Währing, Wienerstrasse 49	2
Amon Josef, Effecten-Cassier des Wiener Bankvereines, III., Reisnerstraße 13	2
Angerer Julius, VIII., Lange Gasse 3	2
Arbeiter-Bildungs-Verein, VI., Blaugasse 1 . . .	2
Arbeiter-Fortbildungs-Verein, III., Hauptstraße 73	2
Arthaber Elise v., Frau, I., Wallnerstraße 9	2
Astner Anton, Adjunct der ersten österr. Sparcasse .	2
Auermüller Franz, Werkmeister beim Heizhause der k. k. Staatsbahn in Prossnitz, Mähren	2
Bach Heinrich, Freiherr v., Dr., Hof- und Ger.-Adv., I., Rauhensteingasse 3	2
*Basch S., Ritter v., Professor der experimentellen Pathologie a. d. k. k. Universität, IX., Liechtensteinstraße 22	2
Bauer E. S., Musikschul-Inhaber, Meidling, Hauptstr. 27	2
Bauer Wilhelm, VII., Dreilaufergasse 11	2
Baumer Alois, Oberbeamter der Ersten österr. Sparcassa, II., Große Pfarrgasse 13	2
Baumgartner Heinrich, Dr., k. k. Gymnas.-Prof. in Wiener-Neustadt	2
Bayer Rudolf, Secretär der Wechselseitigen Brandschaden-Versicherungsgesellschaft, I., Bäckerstr. 26 .	2
*Beck Günther, Ritter v. Managetta, Dr., Custos und Leiter der botan. Abtheilung des k. k. naturhistor. Hofmuseums, Währing, Herrengasse 14	2
Belz Karl, VI., Gumpendorferstraße 73	2
*Benedikt Rudolf, Adjunct a. d. Lehrkanzel für analytische Chemie und a. o. Professor a. d. k. k. technischen Hochschule, IV., Schwindgasse 12	2
Bene-Járy Josef v., Privatier, sammt Familie, Hietzing, Alleegasse 34	5
Beranek Heinrich, Dr., k. k. Bezirksgerichts-Adjunct, I., Schillerplatz 4	2

Digitized by Google

fl.

Berdlik A., Sechshaus, Schulgasse 2 2
Berlitzer H., Dr., Hof- und Gerichtsadvocat, I., Schottengasse 1 2
Beringer Eduard, Buchbinder, III., Hauptstrasse 81 . 2
Bertele Karl v. Grenadenburg, k. k. Ministerialrath, VIII., Buchfeldgasse 2 2
Berwerth Emilie, Frau, I., Johannesgasse 2 2
Besold Fr., fürstl. Lobkowitz'scher Hauptcassier in Prag, Weinberge, Wočelgasse 4 2
Bibliothek der k. k. technischen Hochschule in Wien 2
Bisching Anton, Dr., Prof., IV., Karolinengasse 19 . 2
Bittler Hugo, k. k. Beamter, VII., Stiftgasse 25 . . 2
Blatt Johann, Beamter des „Phönix", VII., Sigmundsg. 2 2
Blatt Karl, Official im k. k. Versatzamt 2
Bockhorn Georg, herzogl. Oberbuchhalter, sammt Familie, VI., Mollardgasse 12 B 5
Böhmerle Karl, Ingenieur, Maria-Brunn 2
Bohrer Stefan, Conditor, VI., Mariahilferstraße 9 . . 2
*Brauer Friedrich, Dr., Professor der Zoologie a. d. k. k. Universität, Custos am k. k. naturhistor. Hofmuseum, IV., Pressgasse 26 2
Braumüller Wilhelm, Ritter v., Hofbuchhändler, I., Graben, † 2
Brenner Julius, Beamter der Österreichisch-ungarischen Bank, IV., Wiedener Hauptstraße 4 2
*Brezina Aristides, Dr., Custos und Leiter der mineralogischen Abtheilung des k. k. naturhistor. Hofmuseums und Privat-Docent a. d. Universität, sammt Familie, VII., Siebensterngasse 46 5
Bringmann Karl, Director d. Beamten-Baugesellschaft, I., Judenplatz 5. 2
Buchbinder- und Cartonnage-Arbeiter-Verein, VI., Dreihufeisengasse 13 2
Budweiser Heizhausleitung der k. k. Staatsbahn:
Arthold Johann, Locomotivführer † 2
Carmine Johann, Oberingenieur und Heizhausleiter 2
Fasthuber Johann, Werkführer 2
Fasthuber Karl, Locomotivführer 2
Feltl Wladimir, Werkführer 2
Grün Heinrich, Ingenieurassistent 2
Hansl Ferdinand, Locomotivführer 2
Havranek Josef, Locomotivführer 2

Digitized by Google

fl.

Jenne Johann, Locomotivführer 2
John Albin, Maschinenaufseher 2
Kalla Franz, Beamter 2
Kreibich Josef, Locomotivführer 2
Krenn Anton, Locomotivführer 2
Leidenfrost Johann, Locomotivführer 2
Lummerding Friedrich, Locomotivführer . . . 2
Maresch Ignaz, Locomotivführer 2
Michl Johann, Beamter 2
Sedivy Josef, Heizhausleiter 2
Simek Josef, Locomotivführer 2
Tuček Franz, Locomotivführer 2
Vyborny Wenzel, Locomotivführer 2
Wildburger Adolf, Locomotivführer 2
Bujatti Moriz, Ober-Döbling, Hirschengasse 38 . . . 2
*Burgerstein Alfred, Dr., Prof., II., Taborstraße 75 2
*Burgerstein Leo, Dr., Professor an der Communal-Oberrealschule im VI. Bezirk, VI., Marchettigasse 3 . 2
Busch A., Patentbureau-Inhaber, II., Obere Donaustr. 63 2
Busenlechner Johann, Dr. der Medicin, Hernals, Pichlergasse 6 2
*Choura J., Professor der darstellenden Geometrie a. d. k. k. technischen Militär-Akademie in Wien, VII., Sigmundsgasse 10 2
Chytil Stefan, Oberlehrer in Loschitz, Mähren . . . 2
Cieslar Adolf, Dr., in Mariabrunn 2
Cosmos, wissenschaftlicher Verein in Mähr.-Schönberg 2
Czermak Heinrich, k. k. Oberrechnungsrath, VII., Spittelberggasse 29 2
Czermak Johann, k. k. Director des Josefstädter Gymnasiums i. P., VIII., Tulpengasse 5 3
Czerny Othmar, III., Reisnerstraße 27 2
David Benno, Ritter v., k. k. Hofrath, I., Bognergasse 3 2
Decastello Alfred, Ritter v., Dr., fürstlich Schwarzenberg'scher Hofrath, I., Neuer Markt 2 2
Demel Rudolf, kais. Rath, V., Wienstraße 57 2
Demski Georg, Architekt, IX., Güntergasse 3 . . . 2
Doczkalik Emerich, Bankbeamter, Währing, Gürtelstraße 59 2
Döbler Franz Xav., k. k. Ministerialbeamter, IX., Nadlergasse 8/I 2
*Döll Eduard, k. k. Realschul-Director, VI., Königsegggasse 5 2

c*

Digitized by Google

fl.

Dorré Franz, Secretär des Adelscasino, I., Kolowratring 5 2
Dreger Julius, Dr., Unter-Döbling, Herrngasse 20 . . 2
Ebstein, Frau, II., Kaiser Josefstraße 9 2
Ebstein, Fräulein, II., Kaiser Josefstraße 9 2
Eckhart Karl, VIII., Florianigasse 51 2
Ehnhart Karl jun., VI., Gumpendorferstraße 14/II . . 2
Ehrenberg, III., Apostelgasse 12. 2
Ehrenfreund Sigmund, II., Obere Donaustraße 63 . 2
Electrotechnischer Verein in Wien, I., Nibelungengasse 7 2
Endlicher August, Fabriksdirector, I., Singerstr. 13 . 2
Engerth Josef, Freih. v., Ingenieur, I., Nibelungenstr. 4 2
*Exner Sigmund, Dr., Professor der Physiologie a. d. k. k. Universität, IX., Servitengasse 19 3
Fachverein der Schuhmacher Wiens, VII., Zieglergasse 25/II 2
Fasthuber Ferdinand, Bahnaufseher, Budweis, Bahnhof 2
Feder Karl, VI., Webgasse 42 2
Felbinger Wilhelmine, Edle v., k. k. Hofrathsgattin, VI., Margarethenstraße 6 2
Fellleitner Arnold, Bankbeamter, I., Rathhausstraße 20 2
Fieber Alexander, Stud., VI., Mariahilferstraße 37 . . 2
Fiehn H., Musikinstrumenten-Fabrikant, V., Hofgasse 4 2
*Finger Josef, Dr., Professor an der k. k. technischen Hochschule, sammt Familie, IV., Alleegasse 35 . . 5
Fink Eduard, erzherzogl. Rechnungs-Revident, III., Neulinggasse 12 2
Fischer Heinrich, Professor am Francisco-Josefinum in Mödling, IV., Weyringergasse 24 2
Fischer Heinrich, Bankbeamter, IX., Hörlgasse 14 . . 2
Fischer Karl, Dr., k. k. Landesgerichtsrath a. D. und Kanzlei-Director der Wechselseitigen Brandschaden-Versicherungsanstalt, I., Bäckerstraße 26 2
Fischer Karl, Beamter der Österr.-ungar. Bank . . . 2
Fischer Leopold, Beamter, I., Schottenring 13 . . . 2
*Fleischl E., Dr., Professor der Physiologie a. d. k. k. Universität, IX., Währingerstraße 11 2
Fogy Amalie, Fräulein, IV., Schwindgasse 19 . . . 2
Fogy Emilie, Fräulein, IV., Schwindgasse 19. . . . 2
Fortschrittsclub der Geschäftsdiener Wiens, I., Spiegelgasse 15 (Wiener kaufmännischer Verein), Familienkarte 5
Frankel Laura, Frau, I., Johannesgasse 2 2

Digitized by Google

	fl.
*Frisch A., Ritter v., Dr., Professor der Anatomie an der Kunstakademie, VIII., Josefstädterstraße 17	2
Fritsch Karl, Optiker, VI., Gumpendorferstraße 34 .	2
Frühe Franz, Locomotivführer beim Heizhause, Wien, II. (ehemals Franz Josefsbahn)	2
Fuchs Theodor, Custos im k. k. naturhistorischen Hofmuseum, IX., Nussdorferstraße 39	2
Fuchs Justine, dessen Frau Gemahlin, IX., Nussdorferstr. 39	2
Fuchs Wilhelmine, Fräulein, IV., Floragasse 7 . . .	2
Fulda G. N., Dr., Beamter der Kaiser Ferdinands-Nordbahn, I., Schwarzenbergstraße 8	2
Gall Ludwig, Beamter der Nordbahn, II., Franzensbrückenstraße 21	2
Gaunersdorfer Johann, Dr., Professor am Francisco-Josefinum in Mödling, Feldgasse 31	2
Genersich Charlotte, Fräulein, V., Wildemanngasse 1 D	2
Gerstbauer Karl, Kaufmann, I., Goldschmiedgasse 2	2
Gesselbauer Josef, k. k. Börse- und Wechselsensal, I., Schulhof 8	2
Glatzel Karl, Ingenieur, III., Fasangasse 47	2
Gmelin Julius, Buchhalter, I., Wollzeile 12	2
Gold Moriz, Adjunct beim k. k. Obersten Gerichtshofe, I., Herrengasse 21	2
Goldbaum Heinrich, Dr. med., VI., Gumpendorferstr. 61	2
Goldbaum Julie, Frau, VI., Gumpendorferstraße 61 .	2
Goldschmidt Julie, Frau sammt Familie, IV., Schwindgasse 12	5
Golling Theodor, k. k. Major, VI., Laimgrubengasse 16	2
Gostkowski Roman, Freiherr, Leiter des Präsidial-Bureaus der österr. Staatsbahnen, sammt Familie, Fünfhaus, Westbahnhof	5
Gräven Adolf, Hauptcassier der k. k. Staatsschuldencassa, III., Wassergasse 11	2
Grebner Rudolf, Kaufmann, VI., Getreidemarkt 3 . .	2
Grienberger Albert, Hauptcassier der k. k. Staatsschuldencassa, I., Grünangergasse 1	2
Gröger Franz, Fabriksbuchhalter, Fünfhaus, Beingasse 20	2
Groll Josef, Privatier, IX., Nussdorferstraße 14 . . .	2
Groß Josef, k. k. Ministerialrath im Finanzministerium, I., Grünangergasse 10	2
Groß Julius, VIII., Piaristengasse 7	2
Großauer landwirtschaftlicher Lese- und Bildungsverein	2

Digitized by Google

	fl.
Gruber, Besitzer des Hôtels „Victoria", Favoritenstraße	2
*Gruber Max, Dr., Professor der Hygiene a. d. k. k. Universität, IX., Waisenhausgasse 6	2
Güdemann C., Dr., Prediger, II., Tempelgasse 23	2
Guggenberger Moriz, Beamter der Ersten österr. Sparcassa	2
Guppenberger Lambert, Pfarrer in Adlwang in Oberösterreich	2
Haan Friedrich, Freiherr, k.k. Hofrath, I., Blumenstockgasse 5	2
Habl Franz, Locomotivführer beim Heizhause, Wien, II. (ehemals Franz Josefsbahn)	2
Hänisch Josef, Oberbuchhalter der Escomptebank, III., Ungargasse 12	2
Hager Amalie, Frau, I., Hegelgasse 19	2
Halbwirth Franz, Wirtschaftsadjunct in Pusta-Zelitz in Ungarn	2
*Hann J., Dr., Universitäts-Professor und Director der meteorolog. Central-Anstalt, Döbling, Hohe Warte 38	2
Harpner Robert, Stud., I., Kärntnerring 3	2
Hartwich Ferdinand, Techniker, I., Renngasse 6	2
Hassinger Sophie, Frau sammt Familie, VII., Zieglergasse 28	5
*Hauer Franz, Ritter v., Dr., k. k. Hofrath und Intendant des k. k. naturhistorischen Hofmuseums, I., Burgring	2
Haupt Josef, Ritter von Hoechstetten, Disponent der Creditanstalt, I., Freiung 1	2
Haupt Leopold, Edler v. Buchenrode, kaiserl. Rath und Gutsbesitzer in Schloss Zlin bei Napagedl	2
Haus Hubert, I., Künstlergasse 4	2
Hayr Adolf, Beamter der Depositenbank, II., Lessinggasse 15	2
Hedbawny Josef, Inspector der Staatseisenbahn, V., Hundsthurmerstraße 22	2
Heger Hans, Dr., I., Kolowratring 9	2
Hein Adalbert, Bürgerschul-Director sammt Familie, I., Renngasse 20	5
Hemmel Josef, Professor, VII., Burggasse 48	2
Henisch Julius, Streckenchef der Nordbahn in Ostrau	2
Hernalser k. k. Officierstöchter-Institut, die Untervorsteherinnen: Marie Kittner	2
Ludovica Mick	2
Herrnritt Auguste, Frau, I., Reichsrathsstraße 1	2

Digitized by Google

	fl.
Herrnstadt G., Privatbeamter, IX., Liechtensteinstr. 11	2
Hilbert Julius, Sparcassa-Beamter, Währing, Marktgasse 6	2
Hilbricht Emil, Dr., Advocat in Brzezan in Galizien	2
Hill August, Locomotivführer, Zdič, Böhmen	2
Hinträger Emma, Frau, IV., Heugasse 66	2
Hochegger Franz, Hofburgtheater-Oberrequisiteur und Werkstätten-Inspector, VI., Dreihufeisengasse 8	2
Hochrainer, VIII., Josefstädterstraße 75	2
Hochstetter Arthur, Ritter von, Studierender, Ober-Döbling, Hauptstraße 60	2
Höfler Alois, Gymnasial-Professor, IV., Victorgasse 5	2
*Höhnel Franz, Ritter v., Dr. und Professor a. d. k. k. techn. Hochschule, IV., Technikerstraße 13	2
Höing Julius, Kaufmann, I., Jasomirgottstraße 5	2
Höing Mathilde, Frau, dessen Gemahlin, I., Jasomirgottstraße 5	2
Hölzel Hugo, Verlags- und Kunsthändler, sammt Familie, IV., Louisengasse 5	5
Hönig Franz, Dr., Hof- und Gerichtsadvocat, VII., Andreasgasse 1	2
Hofer Josef, Donau-Dampfschiffahrts-Beamter, Hietzing, Neugasse 23	2
Hofmann Adolf, Dr. der Medicin, I., Hoher Markt 11	2
Hofmann Georg, Ritter von, k. k. Berghauptmann, III., Marokkanergasse 5	2
Holzknecht Karl, k. k. Ministerial-Rechnungsbeamter, III., Strohgasse 18	2
Horny Max, I., Klostergasse 1	2
Hrska Ferdinand, Privatbeamter, V., Kleine Neugasse 1	2
Huber Franz, Dr., I., Tuchlauben 11	2
Huber Josef, Dr., VI., Mariahilferstraße 93	2
Hülsenbeck Antonie, Frau, Schulinspectorsgattin, Hernals, Alsbachgasse 16	2
Humbourg Otto Maria, Reichsritter v., Privatier, sammt Familie, II., Rueppgasse 24	5
Hungerbyehler Julius, Edler v. Seestetten, städtischer Buchhaltungsbeamter, I., Wollzeile 23	2
Jägerndorfer Oberrealschule	2
Jaklitsch Karl, Districtsverwalter zu Zelitz in Ungarn	2
Jaksch Ferdinand, I., Franz Josefs-Quai 37	2
Jehle in Prerau	2
Jenny S., Fabrikant, I., Zelinkagasse 4	2

Digitized by Google

fl.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr., I., Eschenbachgasse 9 2
John Hermine, Frau, Private, X., Himbergerstraße 3 2
Irral Josef, Hypotheken-Cassier der Ersten österr. Sparcassa, in Hietzing 2
Jelinek Victor, Beamter der k. k. Staatsbahn beim Heizhause in Prossnitz, Mähren 2
*Jüllig Max, diplom. Ingenieur und Docent an der k. k. technischen Hochschule, Währing, Sternwartestraße 39 2
Kahane Marie, Fräulein, I., Wallnerstraße 1a 2
Kail J. A., Prof. a. d. Communal-Oberrealschule im I. Bez. 2
Kammerer A., I., Hafnersteig 7 2
Kapper Heinrich, Controlchef der Staats-Eisenbahn, I., Schwarzenbergstraße 17 3
*Karrer Felix, k. k. Ministerialbeamter a. D., erster Secretär des Wissenschaftl. Club, Döbling, Hauptstr. 80 2
Kastner Anton, Dr., Hof- und Gerichtsadvocat, IV., Hauptstraße 1 2
Kastner, dessen Frau Gemahlin, IV., Hauptstraße 1 2
Kastner J., Fünfhaus, Märzstraße 5 2
*Kauer Anton, Dr., Realschuldirector, VI., Marchettigasse 2
Kaufmann sammt Familie, I., Wollzeile 1 5
Keil August, Cassier und Abtheilungschef der Österr.-ungar. Bank, III., Heumarkt 5 2
Keil Albertine, dessen Frau Gemahlin, III., Heumarkt 5 2
*Kerner Anton, Ritter v. Marilaun, Dr., k. k. Hofrath und Univers.-Prof., Director des k. k. botan. Gartens, sammt Familie, III., Rennweg 5
Kind Robert, Cassier der Cosmanoser Cattunfabrik, I., Franz Josefs-Quai 37 2
Kittl Ernest, Custus-Adjunct im k. k. naturhistor. Hofmuseum, III., Marxergasse 27 2
Klaus Anton, Ritter v., k. k. General-Intendant i. P., in Pressburg, Märzengasse 8 2
Klein Rudolf, k. k. Bergrath, IV., Favoritenstraße 17 2
Klein Wilhelm, Ober-Controlor der Österr.-ungar. Bank, IX., Berggasse 4 2
Kleinschmidt Werner, Agronom, IV., Hungelbrunng. 2 2
Kleyle Friedrich, Ingenieur, III., Seidlgasse 28 . . 2
Kliemetschek Adolf, em. Assistent a. d. k. k. technischen Hochschule, Green-point B. 26, Long Island, Nordamer. 2
Knesche Anna, Fräulein, Lehrerin, Rudolfsheim, Braunhirschengasse 38 2

Digitized by Google

fl.

Kögler August, Buchhalter, I., Franz Josefs-Quai 35 . 2
Kodolitsch Octavian v., Stud., IV., Mostgasse 14 . . 2
Kohaut Franz, techn. Assistent im k. k. militär-geogr. Institut 2
Korda Marie v., Fräulein, VIII., Landesgerichtsstraße 3 2
Kowarzik Josef, Beamter der Depositenbank, VII., Zollergasse 6 2
Koziol Hermann, I., Hoher Markt 11 2
Krämer Johann, Schätzmeister, I., Laurenzerberg 3 . 2
Kral Julius, Hauptcassier des k. k. Ministerial-Zahlamtes, III., Heumarkt 9 2
Kralik Anton, k. k. Hauptzollamtsbeamter, VII., Neustiftgasse 104/I 2
Kralik Hans, Realitätenbesitzer, Nr. 87 zu Inzersdorf am Wienerberge 3
Kratzer Franz, Kaufmann, VI., Mariahilferstraße 73 . 2
Kremser Franz, Lehrer, I., Köllnerhofgasse 14 . . . 2
Kremser Landes-Oberrealschule 2
Krieger-Stockinger Adolf, Beamter der Ersten österr. Sparcassa, VII., Lindengasse 28 2
Kudlik Karl, Comptoirleiter der „Wiener Zeitung", III., Gärtnergasse 32 2
Kühneth Friedrich, Ingenieur, I., Maximilianstraße 9 2
Kuhn Karl, Marinebeamter a. D., III., Hauptstraße 33 2
Kun Cornelia, Frau, III., Seidlgasse 34 2
*Kundrat Hans, Dr., Professor der pathologischen Anatomie a. d. k. k. Universität, IX., Maximilianplatz 6 . 2
Kunz Eduard, Eisenbahnbeamter, IV., Heumühlg. 6/II . 3
Kunz Walter, Kaufmann, I., Schottengasse 3 3
Lachnit Johann, Ritter v., Dr., Advocat in Brünn . . 2
Lacom Karl, Musikalienhändler, I., Tuchlauben 7 . . 2
Lamel Helene, Frau, I., Seilerstätte 12 2
Lang Marie, Fräulein, V., Wildemanngasse 3/B . . . 2
Lányi Johann v., Dr., k. k. Oberstabsarzt, sammt Familie, IX., Währingerstraße 25 5
Lasser Karl, Ritter v. Zollheim, k. k. Oberbaurath, in Mautern bei Krems 2
Latzko Moriz, Beamter, I., Wallfischgasse 12 . . . 2
Lauseker Friedrich, Hofrath, III., Reisnerstraße 40 . . 2
*Lecher Ernst, Dr., Universitäts-Docent, sammt Familie, IX., Türkenstraße 3 5
Lederer Adolf Ernst, Privatier, sammt Familie, IV., Schwindgasse 17 5

Digitized by Google

fl.

Lehmann Robert, erzherzogl. Verwalter, III., Neulinggasse 12 2
Lehnert Josef, Studierender, IV., Margarethenstraße 46 2
*Le Monnier Franz, Ritter von, Dr., k. k. Ministerialsecretär, sammt Familie, I., Tuchlauben 24 5
*Lenz Oskar, Dr., Professor der Geographie an der k. k. Universität in Prag, Weinberge, Safarikgasse 8 . . . 2
Leseverein in Parchen in Böhmen 2
Lewandowski Rudolf, Dr., k. k. Regimentsarzt, Docent der Naturwissenschaften am Officierstöchter-Institut in Hernals, Karlsgasse 40 2
Leyrer Ernest, Dr., Hof- und Gerichtsadvocat, I., Wollzeile 5 2
Lhotsky Johann, k. k. Sectionsrath im Ackerbau-Ministerium † 2
Lichtblau Anton, Dr., k. k. Notar zu Warnsdorf in Böhmen 2
*Lieben Adolf, Dr., Professor der Chemie a. d. k. k. Universität, IX., Wasagasse 9 2
*Lielegg A., Professor a. d. Oberrealschule im III. Bez., III., Hetzgasse 23 2
Lihotzky Erwin v., Subdirector der Staatseisenbahn, IV., Heugasse 34 2
Linner A., Secretär, I., Naglergasse 1 2
Litochleb Cajetan, Nordbahnbeamter, III., Hörnesgasse 1 2
Löschnigg Alfred, Communallehrer, I., Plankengasse 4 3
Löschnigg Anton, Locomotivführer beim Heizhause, Wien, II. (ehemals Franz Josefsbahn) 2
Lössl Friedrich, Ritter v., Oberingenieur, sammt Familie, Währing, Anastasius Grüngasse 35 5
Löw Bernhard, Geschäftsführer, I., Augustinergasse 3 2
*Lorenz Josef Rom., Ritter v. Liburnau, Dr., k. k. Ministerialrath, III., Beatrixgasse 25/II 2
Lorenz Ludwig, Ritter v. Liburnau, Dr., Custosadjunct an der zoolog. Abtheilung des k. k. naturhistor. Hofmuseums, III., Beatrixgasse 25 2
Ludwig Rudolf, VI., Münzwardeingasse 2 2
Lukesch Willibald, Sparcassabeamter, sammt Familie, IV., Weyringergasse 24 5
Luksch Leopoldine, Fräulein, Schulinhaberin, I., Bauernmarkt 11 2
Mais Franz, k. k. Finanzrath des Central-Taxamtes, I., Parkring 2 2

Digitized by Google

fl.

Maiß Eduard, Professor, IV., Weyringergasse 1 . . 2
Majer Eduard, Dr., VII., Mariahilferstraße 48 . . . 2
Majer Elise, Frau, I., Wallfischgasse 10 2
Majer Marie, Fräulein, I., Wallfischgasse 10 2
Malnay-Mirzomski de Landskron Julius, Schiffsinspector der Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft, III., Löwengasse 19 2
Malsch August, Juwelier, VI., Kopernikusgasse 6 . . 2
Mandelbaum Albert, I., Franz Josefs-Quai 25 . . . 2
Mantin George in Paris, Quai de Billy 54 2
*Marenzeller Emil, Edler v., Dr., Custos der zoolog. Abtheilung am k. k. naturhistorischen Hofmuseum, VIII., Tulpengasse 5 3
Margulies Robert, IV., Technikergasse 5/II 2
Marischler Norbert, Badinspector in Teplitz, Böhmen 2
Markus Tobias, I., Babenbergerstraße 5 2
Markus, Frau, I., Babenbergerstraße 5 2
Marquet Victor, Edler v., III., Marokkanergasse 5 . 2
Marschalko Anna v., Fräulein, VI., Mariahilferstraße 3 2
Martini Clotilde, Fabrikantensfrau, sammt Familie, Hernals, Karlsgasse 7 5
Mathes Johann, Adjunct der Ersten österr. Sparcassa, II., Kleine Sperlgasse 7 2
Matiegka Heinrich, Dr., in Lobositz, Böhmen . . . 2
Matiegka Wilhelm, Ritter v., k. k. Rechnungs-Assistent, III., Marokkanergasse 3 2
Mattuschka Johann, II., Leopoldsgasse 22 2
Matza, Fräulein, VI., Gumpendorferstraße 48 2
Maurus Eduard, Edler v. Wagburg, k. k. Major a. D., II., Rothensterngasse 26 2
Mayer Josef, öffentl. Gesellschafter der Firma Joh. Grillmayer & Söhne und k. k. Landwehr-Oberlieutenant, sammt Familie, I., Maximilianstraße 9 5
Mayer Theodor, Ramplach bei Neunkirchen, N.-Österr. 2
Mayerhofer Alois, k. k. Ministerialbeamter, VIII., Feldgasse 4 2
Mayßen Marie, Frau, sammt Familie, Hernals, Bergsteiggasse 9 5
Melcher Alfred, IV., Louisengasse 23/I 2
Mell Alexander, Director des k. k. Blindeninstitutes . 2
Mell Marie, Frau, k. k. Blindeninstitut 2
Metze Johann, Verwalter des fürstl. Schwarzenberg'schen Holzgeschäftes in Prag, Altstadt 872/I 2

Digitized by Google

	fl.
Metzner Heinrich, Assecuranz-Bureau, I., Weihburgg. 4	2
Militärwissenschaftlicher Verein in Pressburg	2
Miller Heinrich v., Dr., III., Heumarkt 13	2
Mondschein Julius, IX., Günthergasse 1	2
Moravetz Rudolf, Magistratsbeamter, IV., Karolinengasse 23	2
*Much Mathias, Dr., Secretär der Anthropolog. Gesellschaft, VIII., Josefsgasse 6	2
Müller Gustav, k. k. Militär-Verpflegsverwalter, IX., Nussdorferstraße 51	3
Nagy Hanns, k. k. Hauptmann und Militär-Lehrcurs-Inhaber, sammt Familie, I., Kolowratring 9	5
Nechansky Karl, fürstl. Kinsky'scher Gutsverwalter in Vejwanovic, Post Hrochow-Teinitz, in Böhmen . . .	2
Neumann Bernhard, Schriftsetzer, VI., Millergasse 21 .	2
*Neumayr Melchior, Dr., Professor der Paläontologie a. d. k. k. Universität, II., Afrikanergasse 9 † . . .	2
Nießner Johann, Beamter, Fünfhaus, Mariahilfer-Gürtel 33	2
Nitsch Victor, Bürgerschullehrer, IX., Lazarethgasse 27	2
Noot Otto, Kaufmann, I., Lothringergasse 15	2
Nowotny Eduard, k. k. Ministerial-Rechnungsrath a. D., III., Reisnerstraße 14	2
Oberhollabrunner Realschule und Obergymnasium	2
Obermaier Karl, IX., Alserbachstraße 4	2
*Obersteiner H., Dr., Professor der Physiologie und Pathologie an der Universität, Döbling, Hirschengasse 71	2
Oberwimmer Ferdinand, Baumeister, Währing, Carl Ludwiggasse 35	2
Östmann Wilhelm, Bankbeamter, IV., Hauptstraße 51 .	2
Olbrich, fürstlich Pless'scher Markscheider zu Ober-Waldenburg in Preuß.-Schlesien	2
*Oser Johann, Dr., Professor a. d. k. k. technischen Hochschule, I., Hegelgasse 8	2
Osswald Eduard, Escomptebank-Beamter, VII., Halbgasse 23	2
Ott Adolf, k. k. Ministerialrath, sammt Familie, III., Ungargasse 63	5
Palme Raphael, Adjunct der Ersten österr. Sparcassa, VI., Marchettigasse 18	2
Paris Karl, k. k. Ober-Postcontrolor im Handelsministerium, Währing, Kreutzgasse 14	2

Digitized by Google

	fl.
Patz Hugo, Kaufmann, IV., Frankenberggasse 8 . . .	2
*Paul Karl Maria, k. k. Bergrath und Chefgeologe der k. k. geolog. Reichsanstalt, III., Rasumoffskygasse 23 .	2
Pausa Wladimir, Bürgerschullehrer, III., Custozzagasse 12	2
Pawek Heinrich, Stud., IV., Hauptstraße 74	2
Pelz Anton, Ingenieur der österreichischen Staatseisenbahn-Gesellschaft, III., Löwengasse 25	2
*Penck Albrecht, Dr., Univers.-Professor, III., Hauptstr. 84	2
Perger Bezirkslehrerschaft (Oberlehrer Franz Kirchberger in Perg) in Oberösterreich	2
*Pernter Josef, Dr., Adjunct an der k. k. meteorologischen Centralanstalt, sammt Familie, Döbling, Hohe Warte	5
Pesta August, k. k. Ministerialsecretär, VI., Rahlgasse 3	2
Petziwal Ernst, Studierender, IV., Hauptstraße 67 .	2
Pfliger Ignaz, Privatier, I., Operngasse 16	2
Pfob Em., Dr., Hof- u. Gerichtsadv., I., Bäckerstraße 9	2
Piatrik v. Lanzenberg Ladislaw, k. k. Major a. D., III., Heumarkt 17	2
Pichler Anna, Frau, IV., Hundsthurmerstraße 2 . .	2
Piringer Mathias, Lehrer, IV., Hechtengasse 10 . .	2
Plank Emma, Edle v., Frau, k. k. Oberstlieutenants-Witwe, Ober-Döbling, Herrngasse 7	2
Pleischl Adolf, Fabrikant, VII., Zieglergasse 51 . .	2
Plössl Simon, k. k. Hofoptiker, IV., Goldegggasse 6 .	2
Plohn Sigmund, Dr. der Medicin, I., Maximilianplatz 4	2
Podrazky Franz, Secretär der Böhm. Montan-Gesellschaft, I., Schottenring 2	2
Pokall Marie, Fräulein, Neulerchenfeld, Hauptstr. 18	2
Pokorny Rudolf, Assistent der Staatsschuldencassa, IV., Hundsthurmerstraße 1	2
Popp Constantin, Freiherr v., I., Schottengasse 3 . .	2
Popp Josefine, Freiin v., I., Schottengasse 3	2
*Pošepny Franz, k. k. Bergrath und Professor, Währing, Carl Ludwigstraße 62	2
Pošepny Clotilde, dessen Frau Gemahlin, Währing, Carl Ludwigstraße 62	2
Pott Max, bei Hrn. G. Zacke, I., Sonnenfelsgasse 21 . .	2
Preininger Clementine, III., Ungargasse 42	2
Preininger Edmund, k. k. Arcierengarde und Rittmeister, III., Ungargasse 42	2
Preu Christof, Kaufmann, IX., Währingerstraße 16 . .	2
Prosel Betty, Fräulein, Währing, Feldgasse 34 . . .	2

Digitized by Google

fl.

Prossenitz Marie, Frau, Hütteldorf, Hauptstraße 20 . 2
Puchberger Adolf, Beamter der Österr.-ungar. Bank, I., Regierungsgasse 10 2
Rassmann Moriz, Praktikant im k. k. Handels-Ministerium, Währing, Herrengasse 4 2
Raubal Adolf, Ingenieur der Nordwestbahn, II., Konradgasse 3. 2
Reckenschuss Robert, Ritter v., Techniker, VII., Burggasse 22 2
Regner Rudolf, Ritter von Bleyleben, Auscultant im k. k. Justizministerium, I., Schillerplatz 4 2
Reich Paul, II., Czerningasse 13 2
Reich Wilhelm, Dr., k. k. Notar, I., Spiegelgasse 10 . . 2
Reichert Carl, Inhaber des optischen Institutes, sammt Familie, VIII., Bennogasse 26 5
*Reyer Eduard, Dr., Professor der Geologie an der Universität, VIII., Piaristengasse 62 2
Richard Heinrich, Professor, I., Ballgasse 5 2
Riedl Josef, k. k. Oberrechnungsrath, I., Wollzeile 13 . 2
Riemann Eleonora, Frau, IV., Rainergasse 16 . . . 2
Rippel Johann, Assistent an der k. k. technischen Hochschule, IV., Schaumburgergasse 5 2
Ritschel, Frau, II., Asperngasse 3 2
Robiczek J., Dr., I., Maysedergasse 5 2
*Rössler Leonhard, Dr., k. k. Prof. und Vorstand der k. k. chemisch-physiolog. Versuchsstation in Klosterneuburg 2
Rogenhofer Alois, Custos des k. k. naturhistorischen Hof-Museums, VIII., Josefstädterstraße 19 2
Rothe Karl, Dr., Professor a. d. k. k. Oberrealschule im VII. Bez., sammt Familie, VII., Burggasse 71 5
Rott Hans, Dr., II., Taborstraße 17 2
Rotter Paula, Frau, sammt Familie, I., Elisabethstr. 24 5
Ruthner Philipp, Beamter der Unionbank, I., Bäckerstr. 9 2
Sacken Theodor, Freiherr v., k. k. Sectionschef, I., Babenbergerstraße 7, † 2
Sakalarides Demeter, Med. Dr., I., Kolowratring 3 . 2
Sauer Alois, k. k. Archivsofficial im Herrenhause, IX., Berggasse 4 2
Sauer Josef, k. k. Postcontrolor, IX., Währingerstraße 22 2
Schäftner Leopold, Stadt-Steinmetzmeister beim Bau der k. k. Hofmuseen 2
Schaubmaier Adolf, Beamter der Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft, II., Untere Donaustraße 47 . . . 2

Digitized by Google

fl.

Scheid Georg Adam, Gold- und Silberwarenfabrikant, VI., Gumpendorferstraße 42 2
*Schell Anton, Dr., Professor an der k. k. technischen Hochschule, IV., Hauptstraße 71 2
Schernhorst Ferdinand, Buchbinder, III., Ungarg. 36, † 2
Schilcher Theodor, Hofrichter, Baromlák in Ungarn, Komorner Comitat (nächst Udvárd) 2
Schiller Friedrich, k. k. Ministerial-Rechnungsbeamter, III., Ungargasse 25 2
Schindler Karl, Professor, I., Kleeblattgasse 13 . . 2
Schlager Marie, Fräul., Fünfhaus, Mariahilfergürtel 29 2
Schleifer Karl, Instituts-Inhaber, III., Ungargasse 47 2
Schlinger, I., Tuchlauben 24 2
Schlosser Theodor, Dr., Apotheker, IV., Hauptstr. 60 2
Schmidt Franz, Vorstand-Stellvertreter bei der Ersten österr. Sparcassa, II., Rothe Kreuzgasse 8 2
Schmidt Raimund, Locomotivführer beim Heizhause Wien, II. (ehemals Franz Josefbahn) 2
Schmidt Wilhelm, Zahnkünstler, III., Seidlgasse 18 . 2
Schmiedt Franz, IV., Alleegasse 19 2
Schmoeger Karl, Dr. der Med., in Chrast in Böhmen . 2
Schneider Josef, Fabrikant, IV., Hauptstraße 60 . . 2
Schneller Theodor, Lehramtscandidat, Währing, Ferstelgasse 8 2
Schön Jakobine, Frau, sammt Familie, Währing, Schulgasse 52 5
Schönwald Adolf, Buchhalter, I., Universitätsstraße 5 2
*Schram Robert, Dr., Observator der k. k. österr. Gradmessung, Währing, Johannesgasse 1 2
Schroff Marie, Frau, IV., Louisengasse 3 2
Schubert Josef, Locomotivführer beim Heizhause Wien, II. (ehemals Franz Josefsbahn) 2
Schulz v. Strasznitzki Louise Dorothea, Frau, Sectionsrathsgattin, IV., Hechtengasse 5 2
Schuppler Josef, Edler v., k. k. Oberstlieutenant u. Commandant der Militär-Unterrealschule in Eisenstadt 2
Schwarz Amalie, Edle v., Landesgerichtsrathsgattin, sammt Familie, Ober-Döbling, Herrngasse 5 . . . 5
Schwarz Wenzel, Privatier, Hietzing, Lainzerstraße 19 . 2
Schwarz-Senborn Wilhelm, Freiherr v., k. k. Geheimer Rath etc., IX., Wasagasse 13 2
Schweidler Egon, Ritter v., Stud., IX., Türkenstraße 23 2
Sederl Arnold, III., Reisnerstraße 51 2

Digitized by Google

fl.

Sedlaczek Ernst, k. k. Generalmajor i. P., Klosterneuburg, Wienerstraße 8 2
Seegen Josef, Dr. der Medicin, k. k. Universitäts-Professor, I., Liebenberggasse 7 2
Semlitsch Victor, Edler v., k. k. Ober-Ingenieur, IX., Alserstraße 18/1 2
Slawek Josef, Sparcassabeamter, IV., Kettenbrückeng. 12 2
Slonek Julius, Ingenieur, I., Fichtegasse 6 2
Smoluchowsky Wilhelm, k. k. Hofrath und Cabinetssecretär Sr. Majestät, sammt Familie, IV., Favoritenstraße 20 5
Soeding Emil, Buchhändler, I., Wallnerstraße 13 . . 2
Spitzer Ludwig, II., Ferdinandsstraße 8 2
Spitzer M., Beamter der Kaiser Ferdinands-Nordbahn, II., Pillersdorfgasse 6 2
Springer Ed., Adjunct der Ersten österr. Sparcassa, II., Lilienbrunngasse 15 2
*Stache G., k. k. Oberbergrath und Vice-Director der k. k. geolog. Reichsanstalt, III., Rasumoffskygasse 23 . 2
Stadler Anton, k. k. Hauptmann und Administrator am k. k. önologischen Institut in Klosterneuburg . . . 2
*Stapf Otto, Dr., Assistent a. d. k. k. Universität, VII., Sigmundsgasse 11 2
Staribacher Georg, Oberingenieur der österr.-ung. Staatseisenbahn, sammt Familie, IV., Alleegasse 12 . 5
Steinbach Eduard, III., Beatrixgasse 26 2
Steindachner Franz, Dr., Director der zoolog. Abth. des k. k. naturhistor. Hofmuseums etc., I., Naturhistor. Hofmuseum 2
Steiner Alexander, Civil-Ingenieur, VI., Gumpendorferstraße 129 2
Steinmassler Karl, Eisenbahnbeamter, Fünfhaus, Westbahnhof 2
Stella Hubert, Beamter der Boden-Credit-Anstalt, Ober-Meidling, Bischofgasse 14/I 2
Stettermaier Alois, Dr., k. k. Landesgerichts-Adjunct, VIII., Landesgericht in Strafsachen, Bureau 29 . . 2
Stiasny Josef, Beamter, IV., Starhemberggasse 45 . . 2
Stockerauer Landes-Realgymnasium 2
Stöger Victor, k. k. Hofzahlamts-Cassier, sammt Familie, IV., Margarethenstraße 44 5
Strauß Amalie, Frau, II., Rembrandtstraße 13 . . . 2
Strauß Leopold, Kaufmann, II., Rembrandtstraße 13 . 2

Digitized by Google

fl.

Strohmayer Josef, Oberingenieur im k. k. Ministerium des Innern, sammt Familie, IX., Sensengasse 5 . . 5
Stumme Emil, Hernals, Stiftgasse 64 2
Stumpf Leopoldine, III., Beatrixgasse 11 2
Stur Dionys, k. k. Hofrath und Director der geologischen Reichsanstalt, III., Rasumoffskygasse 2 3
*Sueß Adolf, Fabriksbesitzer in Wittkowitz, Mähren . 2
Suida Albert, Chemiker, in Neunkirchen 2
Summer Johann, Dr., k. k. Hofrath, VIII., Trautsongasse 2 2
Susan Sophie, Frau, Hauptmannswitwe, sammt Familie, Hernals, Bergsteiggasse 43 5
Syřiště Alois, Rathssecretärs-Adjunct, I., Justizpalais . 2
Szawłowski Thaddäus, Ritter v., k. k. Bezirkshauptmann, sammt Familie, IV., Carlsgasse 7 5
*Szombathy Josef, Custos im k. k. naturhistorischen Hofmuseum, VII., Bernardgasse 3 2
Taborsky Engelbert, Nordbahnbeamter, II., Taborstraße 64 2
Tagleicht Karl, Bürger, k. k. Hofschlosser, II., Czerningasse 6 2
Tandler v. Tanningen Gabriele, Frau, III., Ungargasse 27 2
Taub, Med. Dr., I., Fleischmarkt 22 2
*Teller Friedrich, Dr., Sections-Geologe d. k. k. geolog. Reichsanstalt, III., Rasumoffskygasse 23 2
Thallmayer Rudolf, Stud., Mauer, Liesingergasse 18 . 2
Thalwitzer Karl, fürstl. Liechtenstein'scher Verwalter, I., Wallfischgasse 1 2
Thom Franz, k. k. Gymnasial-Professor, IV., Favoritenstraße 15 2
Thomas Peregrin, akadem. Maler, IX., Pfauengasse 7 2
*Tietze Emil, Dr., Bergrath und Chef-Geologe der k. k. geolog. Reichsanstalt, III., Rasumoffskygasse 23 . . . 2
*Toldt Carl, Dr., k. k. Universitätsprofessor, IX., Ferstelgasse 6 2
*Toula Franz, Dr., Professor an der k. k. technischen Hochschule, sammt Familie, VII., Kirchengasse 19 . 5
Trautmann Karl, Ritter v., sammt Familie, Ober-Döbling, Alleegasse 3 5
Tretter von Trittfeld Aurelia, Fräulein, I., Wipplingerstraße 8/III 2
Trönle Ludwig, k. k. Rechnungsrevident, VIII., Maria-Treugasse 4 2

Digitized by Google

	fl.
Truber Theodor, II., Praterstraße 42	2
Tschida Arthur, Paks in Ungarn, Tolnaer Comitat .	2
*Uhlig V., Dr., Sections-Geologe der k. k. geolog. Reichsanstalt, III., Parkgasse 13	2
Ullrich Karl, k. k. Verpflegs-Official, VI., Esterhazyg. 4	2
Ullrich Leopold, I., Sonnenfelsgasse 7	2
Vaczulik Konrad, Südbahn-Inspector, Directionsgebäude am Südbahnhof	2
Valduga Clement, Cassier, I., Gonzagagasse 11 . .	2
Valduga Isidor, I., Gonzagagasse 11	2
Verein der Futteralarbeiter in Wien, VI., Bergsteiggasse 3, Czerny's Gasthaus	2
Verein für Naturkunde in Offenbach, Hessen . .	2
Verein für Naturkunde in Zwickau, Sachsen . .	2
Vöcklabrucker Bezirks-Lehrerschaft (Schulleiter J. Rauch in Vöcklabruck)	2
*Volkmer Ottomar, Oberstlieutenant a. D., k. k. Regierungsrath und Vicedirector der k. k. Hof- und Staatsdruckerei, sammt Familie, I., Seilerstätte	5
Wächtler Karoline, Fräulein, IV., Alleegasse 40 . .	2
*Wähner Fr., Dr., Assistent der geolog. Abtheilung des k. k. naturhist. Hofmuseums, I., Burgring	2
Wagner Adolf, VI., Hirschengasse 3.	2
Wagner Franz, Edler v., I., Rothenthurmstraße 35 .	2
Walach Hermine, Edle v. Halborn, k. k. Hofrathsgattin, IV., Schwindgasse 5	2
Walzel, Frau, I., Habsburgergasse 5.	2
Waněk Josef, Dr., Hof- und Gerichts-Advocat, I., Bognergasse 15	2
Wangemann Paul, Lehrer an der Realschule I. Ordnung zu Sprottau in Preuß.-Schlesien	2
Weber Johann, Beamter der Wechsels. Brandschaden-Versicherungs-Gesellschaft, I., Bäckerstraße 26 . .	2
Weber Johann, I., Strauchgasse 3	2
Weber Moriz, VII., Kaiserstraße 70 A	2
Weinberger Isidor, Central-Director der Böhmischen Montangesellschaft, sammt Familie, IV., Schwindgasse 9	5
Weiß Albert, Kaufmann, I., Deutschmeisterplatz 3 . .	2
Weiß Albert, Dr. der Med., III., Salesianergasse 8 .	2
Weiß Eduard, k. k. Oberpostcontrolor i. P., IV., Weyringergasse 1	2
Wermer Julius, Kaufmann, sammt Familie, IX., Liechtensteinstraße 57	5

Digitized by Google

	fl.
*Wettstein Richard, Ritter v. Westersheim, Dr., Adjunct am k. k. botanischen Garten und Universitätsdocent, III., Rennweg 14	2
Widmann F., Ritter v., Privatier, sammt Familie, I., Stefansplatz 6	5
Wingard Karl, v., Dr., III., Erdbergerlände 16	2
Winiwarter Georg, Ritter v., Fabriksbesitzer und Ingenieur, in Graz, Seebachergasse 5	3
Winterstein Albert, II., Kraftgasse 3	2
Winterstein Gisela, Frau, II., Kraftgasse 3	2
Wittmann Karoline, Fräulein, Lehrerin, V., Margarethenplatz 2	2
Wlassak Amalie, Secretärs-Gattin, IV., Margarethenstraße 6	2
Wodizka Victor, Beamter der Staatsbahn, I., Schwarzenbergstraße 17	2
Wolf Guido, Ritter v., zu Zelitz in Ungarn	2
Wolfinau Karl, Com., VII., Ulrichsplatz 4	2
Zacke Gottlieb, k. k. Postsparcassen-Beamter, I., Sonnenfelsgasse 21	2
Zeidler Erwin, VI., Fügergasse 3	2
Zenker Franz, Ministerialconcipist im k. k. Justizministerium, I., Schillerplatz 4	2
Zimmer Hans, Fachlehrer, Währing, Gürtelstraße 48	2
Zsilla Emilie, Frau, III., Heumarkt 5	2

Zahl der Mitglieder am 19. März 1890:

Ehrenmitglieder	2
Unterstützende Mitglieder darunter 33, welche mehr als 5 fl. jährlich bezahlen.	184
Ordentliche Mitglieder darunter 44 mit Familienkarte und 11 mit dem Jahresbeitrag von 3 fl.	522
Zusammen	708

Digitized by Google

Gestorbene Vereins-Mitglieder

im 30. Vereinsjahre 1889/90.*)

Herr Arthold Johann, Locomotivführer der Staatsbahn in Budweis.
„ Braumüller Wilhelm, Ritter v., Hofbuchhändler.
„ Dietz Carl, k. k. Hofrath.
„ Drexler Josef, Dr. jur.
„ Dürr Hermann, Ober-Ingenieur der Nordbahn.
„ Ganglbauer Cölestin, Dr., Se. Eminenz, Cardinal und Fürsterzbischof von Wien.
„ Gilge Carl, Dr. med., Director der Wasserheilanstalt „Brünnlbad".
„ Jäger Josef, Realitätenbesitzer in Fischau.
„ Kutschera Johann, erzherzoglicher Zahlmeister i. P.
„ Leidesdorf M., Dr., Professor der Psychiatrie an der k. k. Universität.
„ Lhotsky Johann, k. k. Sectionsrath im Ackerbauministerium.
„ Neumayr Melchior, Dr., Professor der Paläontologie an der k. k. Universität.
„ Sacken Theodor, Freih. v., Sectionschef.
„ Schernhorst Ferdinand, Buchbinder.
„ Schönwald Josef, R. v. Bingenheim, k. k. Sectionschef.

*) Insoweit Todesfälle zur Kenntnis der Vereinsleitung gelangten.

Digitized by Google

Über die Structur Europas.

Von

Eduard Suess.

Vortrag, gehalten den 6. November 1889.

Mit einer Karte.

Digitized by Google

Digitized by Google

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA

Hochansehnliche Versammlung!

Der verehrte Herr Obmann dieses Vereines hat mit seinen Worten in mir eine alte, aber frohe Erinnerung geweckt. Es war im Jahre 1855, als wir, eine Anzahl junger Leute, versuchten, in Wien einen Kreis öffentlicher Vorträge zu veranstalten. Im Jahre 1859, also vor jetzt 30 Jahren, fassten wir den Beschluss, den bisher freien Kreis in einen Verein umzuwandeln. Im Jahre 1860 sind hiezu die entscheidenden Schritte eingeleitet worden.

Wie der geehrte Herr Vorredner sagte, war es mir damals beschieden, die Versammlung zu eröffnen, wobei ich folgende Worte gebrauchte: „Wir sind jung," sagte ich, „lassen Sie uns das Bewusstsein der Größe unserer Ziele!" Dass ich jung bin, darf ich heute nicht mehr sagen; die Jahre sind vorübergegangen, und ich muss Sie fragen, ob Sie den Altgewordenen hören wollen. Ich will versuchen, mich zu entschuldigen.

Unser großer Meister Buffon sagte, das Alter sei nur ein Vorurtheil: *„la vieillesse c'est un préjugé"*, und in der Wissenschaft ist das Wort so weit wahr, dass nur derjenige als alt anzusehen ist, der die Empfänglichkeit verloren hat für die Fortschritte der Wissenschaft, der

Digitized by Google

die Fähigkeit verloren hat, an den Arbeiten seiner Zeitgenossen Antheil zu nehmen und nicht mehr zugänglich ist für die Meinung anderer.

Der Naturforscher muss wissen, dass seine Arbeit keine andere ist, als das Klettern von einem Irrthum zum andern, allerdings mit dem Bewusstsein, immer mehr und mehr der Wahrheit näher zu kommen; sowie derjenige, welcher von Fels zu Fels steigt, wenn er auch den Gipfel nicht erreicht, die Landschaft immer offener und herrlicher vor seinen Augen sich entfalten sieht. Darum habe ich auch mit Dank und Freude die Einladung angenommen, um grau gewordene Freunde von damals und den jungen Nachwuchs begrüßen zu können.

Auch die Arbeit, die ich vorzulegen versuche, die bunte Karte, die Sie vor sich sehen, sie ist nichts anderes als ein Product des Wanderns von Irrthum zu Irrthum, hervorgegangen aus einer wiederholten Wandlung von Ansichten, welche mich durch 30 Jahre beschäftigten, und auch heute bin ich weit davon entfernt, zu glauben, dass die Arbeit, welche ich Ihnen hier vorlege, ein abgeschlossenes Ganzes ist.

Ich will über die Structur unseres Welttheiles sprechen, theils weil ich bei jedermann nicht etwa nur die äußersten Umrisse, sondern auch die Einzelheiten des Reliefs als bekannt voraussetzen kann, und auch darum, weil es sich hier in dem Stück Erde, das wir bewohnen, um den complicirtesten Theil der Erdoberfläche überhaupt handelt. Bevor ich über Europa

Digitized by Google

spreche, will ich mir erlauben, einige Bemerkungen über die Structur der Gebirge im allgemeinen zu machen.

Auf dieser Tafel ist die Reihe der Formationen[1]) vermerkt, in welche man das Felsgerüste der Erde einzutheilen pflegt. Wir steigen von den ältesten, den archäischen Gesteinen durch die lange Reihe geschichteter Gebilde herauf zu den jüngsten Absätzen der Tertiärformation und der Jetztzeit.

Die Namen wie sie hier verzeichnet sind bieten uns eine chronologische Scala, ein Schema, nach welchem wir im Stande sind, aus vorhandenen Resten zu sagen, welches Sediment älter, welches jünger sei; das absolute Alter bleibt uns unbekannt. Wir kennen nicht die Zahl der Millionen Jahre, welche diese Zeitläufte umfassen.

Diese Ablagerungen sind ferner begleitet von einer Anzahl vulcanischer Gesteine, mit denen wir uns hier wegen der Kürze der Zeit nicht näher befassen wollen.

Aus derart verschiedenem Gestein sind die Gebirge, die Hügel, die Ebenen aufgebaut.

Früher glaubte man, dass die Gebirge durch Hebung entstehen, dass irgend eine Gewalt sie aus der Tiefe emporhebt und sie dann stehen lässt in Form von Falten, Blöcken, Plateaux u. s. w. Heute weiß man, dass

---

[1]) 1. Archäisch, 2. Cambrisch, 3. Silur, 4. Devon, 5. Carbon, 6. Perm, 7. Trias, 8. Jura, 9. Kreide, 10. Tertiär.

Digitized by Google

dem nicht so ist. Die überwiegende Menge der Fachgenossen ist der Meinung, dass Gebirge auf diese Art nicht entstehen können, dass eine solche Naturgewalt nicht vorhanden ist, sondern dass die Ursachen des Reliefs in erster Linie zu suchen sind in der Verminderung, welche der gesammte Erdball im Laufe langer Zeiten durch seine Erkaltung erleidet. Es findet eine, wenn auch im Verhältnis zu der Größe des Durchmessers der Erde geringe Verkürzung des Radius statt und daraus gehen zweierlei Erscheinungen hervor: an einer Stelle entstehen Einbrüche, z. B. die großen Tiefen der Oceane; an anderer Stelle sieht man, wie durch das Schrumpfen des Erdkernes Theile der Rinde zu groß geworden sind und sich daher in Falten legen, wie in den Alpen. Häufig werden diese Falten an starrere Theile der Erdkruste angepresst, die sich nicht mitfalten.

Gebirgsfalten sind zuweilen überworfen, recht oft verlaufen sie mehr oder weniger regelmäßig. Mulden wechseln mit Sätteln. In diese gefaltete Masse hat die Denudation, das heißt die zerstörende Wirkung des fließenden Wassers, Frostes, Eises u. s. w. das heutige Relief hineingeschnitten, in welchem man nun die Reste dieser Mulden und Sättel zu unterscheiden im Stande ist. Wir sehen also auf der Erdoberfläche Tafellandschaften, Plateaux, z. B. Mittelrussland, Sahara; dann hochaufgefaltete Massen, z. B. unsere Alpen, die Pyrenäen u. s. w. Die gefalteten Züge haben in der Regel eine sehr große Länge und folgen bestimmten mehr oder weniger bogenförmigen Linien,

Digitized by Google

die man als Leitlinien bezeichnet. Nun geschieht es aber, dass an einem Orte Tafelländer zusammenbrechen. Wenn Tafelländer zusammenbrechen, dann geschieht dieser Einbruch ungleichförmig, gewöhnlich in Streifen, in schmaleren oder breiteren, ein Theil sinkt tiefer, ein anderer Theil weniger tief.

Dieser weniger tief einsinkende Theil, der häufig im Relief hervortritt, wird Horst genannt. Der Horst ist nicht durch Hebung entstanden, sondern er verdankt seine relative Höhe dem Einsinken der ganzen Umgebung; allerdings kann auch hier die Erosion wirksam sein und den Horst zum Theile oder ganz abtragen. Der ursprüngliche Aufbau desselben kann jedoch dann leicht durch die ideale Ergänzung der einzelnen Schichtenglieder gefunden werden. Einen solchen Horst nennt man Tafelhorst. Nun geschieht es aber auch, dass gefaltete Gebirge zusammenbrechen. Dann treten die compliciertesten Verhältnisse ein, und es gehört zu den schwierigsten Problemen der tektonischen Geologie, aus einem auf diese Weise entstandenen Horste den Bau des ursprünglichen Faltengebirges herauszulesen.

Betrachten wir auf einer guten geologischen Karte von Europa etwa den Stock des Morvan in Mittelfrankreich oder die Halbinsel Cotentin. Da drängt sich uns denn sofort die Überzeugung auf, dass das Horste sind und zwar Stücke von Faltengebirgen, begrenzt durch mächtige Bruchlinien. Die nähere Untersuchung lehrt aber, dass das Streichen der Falten mit dem Verlauf

Digitized by Google

der Bruchlinien nichts zu thun hat. Am deutlichsten zeigt sich diese Erscheinung dort, wo ein Faltenhorst gegen das Meer abgebrochen ist, so z. B. im südlichen Irland, in Cornwall und in der Bretagne.

Die Vergleichung dieser Begriffe: Tafelland und Faltengebirge, Tafelhorste und Faltenhorste mit dieser chronologischen Tabelle ist eine complicierte Arbeit, aus welcher der Überblick über die Structur unseres Welttheiles hervorgegangen ist. Ich will versuchen, soweit es eine Stunde erlaubt, ein flüchtiges Bild davon zu entwerfen.

Auf der Karte sehen wir verschiedene Farben[1]). Nicht ausgeschieden wurden die vulcanischen Gebiete, die im Relief im Grunde doch keine zu bedeutende Rolle spielen. Island ist eine solche Masse von vulcanischer Entstehung, junges Gestein, das aus dem Innern der Erde hervorgetreten ist. Davon will ich nicht weiter sprechen. Ich komme zur ersten Zone von altem Gestein. Das sind die Hebriden und die Lofoten. Diese beiden Gebiete, welche den äußersten Nordwesten unseres Erdtheiles bilden, bestehen aus den ältesten Gesteinen, den archäischen. Hier wäre jetzt eine erste Grenzlinie zu ziehen. Diese Linie geht durch die äußersten nordwestlichen Vorgebirge Schottlands und den Loch Eriboll, westlich von den Orkney und Shetland-

[1]) Dieser Vortrag wurde mit Benützung einer colorierten Karte abgehalten. Die blauen und rothen Töne, welche im Texte erwähnt sind, wurden auf Tafel I durch dunklere und lichtere Schraffierung ersetzt.

Digitized by Google

Inseln, dann von dem großen Westfjord in Norwegen durch die Halbinseln und Inseln des Nordens bis nach Mageroe; sie bezeichnet in Schottland durch eine große Überschiebung die Abgrenzung des ersten Elementes, welches theilnimmt an der Zusammensetzung Europas. Es ist der Gneis der Hebriden und Lofoten.

Wir kommen jetzt zu einem zweiten, viel größeren Gebiet, welches eine Reihe von Gebirgsstücken umfasst, die auf der Karte mit blauer Farbe coloriert sind. Diese Region ist eine Region alter Faltung; die Falten sind eingestürzt und die blauen Flecken bezeichnen gefaltete Horste.

Der Norden Irlands zeigt zwei kleine Horste, welche ihre Fortsetzung finden im Norden Schottlands. Die schottischen Hochlande bilden den Übergang zum westlichen Norwegen, wo Gesteine gleicher Art weit nach Norden reichen. Das sind die Fragmente eines großen alten Gebirges.

Die Falten streichen in diesen Horsten alle nordöstlich, und man fasst dieses ganze Gebiet unter dem Namen des caledonischen Gebirgslandes zusammen. Zu diesem Gebirge gehört auch ein Horst weiter südlich, welcher bis an die englische Grenze zieht, zum großen Theil die Grafschaft Wales und ein Stück des südlichen Irland umfasst.

Die beiden nördlichen Horste werden dadurch geschieden, dass ein Stück des mittleren Schottland in Form eines Grabens eingestürzt ist.

Betrachten wir die Faltungen in diesen Horsten

Digitized by Google

genauer, so ergibt sich die merkwürdige Erscheinung, dass die Aufrichtung des caledonischen Gebirgssystems zur Devonzeit schon beendet war, denn die Ablagerungen der Devonformation liegen horizontal auf den caledonischen Horsten. Wir dürfen also die Auffaltung des in Rede stehenden Gebirgszuges an die Grenze zwischen Silur und Devon verlegen. Zu verschiedenen Zeiten giengen nun späterhin Theile dieses Faltenzuges zur Tiefe, es entstanden die Niederungen von Irland und England und die Nordsee. Von der Höhe der Horste hat die Denudation die horizontal aufgelagerten jüngeren Formationen großentheils wieder entfernt, in den eingesenkten Theilen sind sie zumeist erhalten geblieben.

Zu diesen erhaltenen Sedimenten gehören vor allem die schottischen Kohlenflötze, und man kann sagen, dass die Industrie und die bedeutendste Städteentwicklung Schottlands an den oben erwähnten eingesenkten Streifen Landes gebunden sind. Hier liegen Edinburgh und Glasgow.

Die caledonischen Falten enden nach Süden an einer Linie, welche man verfolgen kann nach folgenden Punkten: Die Grenzlinie beginnt südlich von der Mündung des Flusses Shannon in West-Irland, kommt in den südlichen Theil von Wales, umfasst die südliche Spitze von Wales, erreicht in England den Golf von Bristol und ist wieder erkennbar zwischen Boulogne und Calais und in den belgischen Kohlenflötzen.

Digitized by Google

Weiterhin ist sie nur vermuthungsweise zu verfolgen, aber man trifft die Grenze wieder an unweit von Ostrau in Mähren. Diese Linie scheidet die caledonischen Falten von einer zweiten Gruppe von Horsten, die auf unserer Karte roth bezeichnet sind. Diese Horste sind sehr zahlreich und umfassen dasjenige Gebiet, welches man bisher als Massengebirge Mittel-Europas bezeichnet hat. So ist es erstens Portugal mit einem großen Theile von Spanien, die Plateaux der sogenannten Meseta, dann von Frankreich die Bretagne mit einem Theile der Normandie; Cornwall; in Deutschland die Gebirge am Mittelrhein, Taunus, Vogesen, Schwarzwald; dann der Harz und endlich die böhmische Masse.

Dieses ganze Gebiet besteht gleichfalls aus Fragmenten von altem, eingestürzten Faltengebirge; leicht kann man die Falten bis in die Vogesen und in den Schwarzwald verfolgen, der parallele Bogen ist im Taunus vorhanden.

Wir können innerhalb dieses weiten Gebietes zweierlei Faltungsrichtungen unterscheiden: im Westen eine vorwiegende Faltung nach Nordost, im Osten eine solche nach Nordwest. Die beiden Faltenrichtungen treffen aufeinander in der Mitte des französischen Centralplateaus.

Das caledonische Gebirge zeigt dort, wo es an die Hebriden stößt, gewaltige Überstürzungen; die Schichten sind auf den Kopf gestellt, ältere Gebilde über jüngere hinaufgeschoben Ganz ähnliche Erscheinungen be-

Digitized by Google

zeichnen den Nordsaum der eben besprochenen zweiten Serie von Horsten.

Sehr deutlich zeigen sich diese Überstürzungen in den belgischen Kohlenflötzen, ja sie ermöglichen es an vielen Stellen allein, die Grenzlinien gegen das caledonische Gebirgsland scharf zu bestimmen.

Wir nennen den großen westlichen Bogen den armoricanischen, weil die hauptsächliche Entwicklung desselben in der Bretagne lag. Hier befanden sich wohl die höchsten Theile dieses alten Gebirges. Den östlichen Bogen nennen wir den variscischen nach dem Volke der Varisker, die dereinst das Vogtland bewohnten, wo sich Gebirgskerne aus altem Gestein befinden. Was dieses ganze System, sowohl die armoricanischen als die variscischen Falten auszeichnet, das ist, dass die Falten hier die gesammten paläozoischen Schichten umfassen bis zur mittleren Carbonformation. Es ergibt sich daher, dass dieses zweite System von Falten und von Einstürzen wieder etwas jünger ist als das vorhergehende System von vordevonischen Falten. Es umfasst das Silur, das Devon und einen großen Theil des Carbon, so dass also die erwähnten belgischen Kohlenflötze an der Umstürzung theilgenommen haben.

Das Obercarbon und die permische Formation oder das Rothliegende liegen horizontal auf den armoricanischen und variscischen Falten.

Diese ganze Serie von Horsten ist nun wieder südwärts ganz scharf begrenzt durch eine Linie, welche

Digitized by Google

im Relief deutlich hervortritt. Es ist der Nordsaum des dritten und jüngsten Gebirgssystems von Europa, dem die Alpen, die Karpathen und eine Reihe anderer Gebirge angehören. Dieses Faltensystem ist an die variscischen und armoricanischen Gebirgstrümmer von Süden her herangeschoben.

Die Grenze ist folgende: im südlichen Frankreich der westliche Rand der Alpen, der nördliche Rand der Alpen und das Juragebirge, der Nordrand unserer Sandsteinzone, dann biegt sie sich bei Wien um.

Die jüngsten Falten müssen wir ausführlicher besprechen.

Dieses System von Falten heißt das alpine System, weil die Alpen seine hervorragendsten Repräsentanten sind. Zuerst sehen wir, dass die Alpen viel jünger sind als alle bisher besprochenen Gebirge. Sie umfassen die ganze Serie der älteren geschichteten Gesteine mit Einschluss eines großen Theiles der tertiären Formation. Wenn man die Faltenzüge der Alpen betrachtet, so kann man wahrnehmen, dass sie viel mehr Zusammenhang haben als die älteren Falten, weil der Einbruch nicht so weit vorgeschritten ist; die Reliefs sind hier viel deutlicher sichtbar, weil die Zerstörung nicht so weit gegangen ist. Man kann andererseits noch eine Erscheinung wahrnehmen, welche für unsere Begriffe über die Entstehung der Gebirge von großer Bedeutung ist — die Faltung der Alpen ist in ihrer Entwicklung durch die alten Horste gehemmt worden, welche ihr entgegengestanden sind.

Digitized by Google

Die Alpen stauen sich an dem östlichen Rande des französischen Centralplateaus, an einem kleinen Horste bei Besançon, am Südrand des Schwarzwaldes, an dem südlichen Umriss des böhmischen Horstes, welch letzterer das Nordwärtsdringen der Falten in hohem Grade gehemmt hat.

Ähnliches sieht man in den gefalteten Gebirgen des südlichen Spanien. Der alte Horst ist auch hier abgebrochen. Dieser Abbruch, der auf den Landkarten als der Gebirgszug der Sierra Morena erscheint, ist als Rand eines Plateauabsturzes zu bezeichnen und stellt den Rand des spanischen Horstes vor. Ihm steht gefaltetes Gebirge gegenüber. Der Gebirgszug der Sierra Nevada staut sich an dem spanischen Horste gerade so wie z. B. unsere Ostalpen an der böhmischen Masse.

Weiter können wir eine Reihe von Linien verfolgen, die höchst compliciert geschwungen sind und uns die Entwicklung der Faltenzüge zeigen. Eine dieser Curven kommt herüber weit aus Asien vom Tianschan; sie erreicht und übersetzt das caspische Meer, bildet den Nordrand des kaukasischen Faltengebirges, durchzieht die Krim und folgt sodann dem Nordsaum des Balkangebirges. In der Gegend des Eisernen Thores ist sie windschief gebogen, folgt dem siebenbürgischen Gebirge, dem Rande der Karpathen und zieht unweit von Wien vorbei.

Ein weiterer Bogen zieht vom Rande der Alpen zum Golf von Tarent und über Sicilien zum Atlas, um sich schließlich nach Spanien hinüberzubiegen.

Digitized by Google

Endlich wird eine Bogenlinie durch die Faltung Griechenlands und der grossen Inseln des östlichen Mittelmeeres bezeichnet. Es ist das Gebiet der dinarischen Ketten.

Damit wären die jüngsten Falten aufgezählt.

Man sieht, wenn man Europa zu überblicken sucht, im großen Ganzen folgendes: Die ältesten Gebirge im Norden sind die Hebriden und Lofoten. An diesem ersten Gebirgssystem sind Falten überstürzt worden, so in Nordwest-Schottland und im Norden die großen Falten in Norwegen. Das ist das Gebirge der Silurzeit. Hier liegt das Devon ungestört. Später sind zwei neue Gebirgszüge an das silurische Gebirge gepresst worden: das armoricanische und das variscische, wie ihre Vorgänger an ihren Rändern überstürzt. Sie gehören der Carbonzeit an und zeigen selbst wieder Einstürze. Schließlich bildete sich ein neues compliciertes Faltensystem, wieder an die nördlichen Vorlagen angepresst.

Wir sehen, als wäre dies ein Gesetz der Natur, dass von Süden immer neue Faltenzüge an die älteren Gebirge herantreten, eine Erscheinung, deren Erkenntnis erst der jüngsten Zeit angehört. Wir können sehr leicht wahrnehmen, wie auch diese jüngsten Falten heute schon im Einbrechen begriffen sind, wie an ihren inneren Rändern da und dort vulcanische Gesteinsmassen hervorkommen. Man hat früher gemeint, dass die Erhebung der Gebirge darauf beruht, dass vulcanische Massen, aus der Tiefe hervordrängend,

Digitized by Google

andere Gesteine erhoben hätten. Heute sehen wir im Gegentheile, dass geschmolzene Flüssigkeitsmassen dort passiv hervorgetreten sind, wo Störungen der Erdoberfläche ihnen diese Möglichkeit boten, gerade so, wie Blut aus einer Wunde quillt. An diesen Einstürzen können wir allenthalben wahrnehmen, dass die ganze innere, concave Seite der jüngsten Ketten im Einbruch begriffen ist. Die Westküste Italiens zeigt eine ganze Reihe von tellerförmigen Einstürzen, begrenzt von je zwei stehengebliebenen Pfeilern.

Der Boden, auf welchem wir uns hier in Wien befinden, stellt eine solche Einbruchsstelle dar, und hier wurde diese Erscheinung zum erstenmale genau studiert.

Der äussere Randsaum der Alpen zieht sich bis zum Kahlenberg, setzt sich fort bis zum Bisamberg und bildet vereinzelte kleinere Hügel um Nikolsburg, welche die Verbindung mit den ersten Ausläufern der Karpathen herstellen.

Dahinter ist eine Lücke eingebrochen. Jenseits der Lücke ziehen die inneren Zonen der Alpen vom Rosaliengebirge und Leithagebirge zu den Hundsheimer Bergen und den Karpathen. Auf den Bruchspalten sind warme Quellen hervorgetreten: Baden, Vöslau, und auf diesem eingesenkten Stücke liegt Wien. So entstand eine Pforte für den Abfluss der Donau, so wurde dem Nordgehänge der Alpen die Möglichkeit der Entwässerung nach dem Süden geboten. Diesen Weg hat die Natur vorgezeichnet und ist dies der Grund dafür,

Digitized by Google

dass gerade diese Stelle eine solche historische Bedeutung in Carnuntum und Wien erlangt hat.

Solche Einstürze sind an vielen Orten vorhanden. Es scheint allerdings, als würden die jüngeren Gebirge dem gleichen Schicksal entgegengehen, welches die alten erreicht hat.

Erlauben Sie mir nun, hochverehrte Versammlung, Alles, was wir bis jetzt besprochen haben, kurz zu wiederholen:

Die Erde verringert ihr Volumen. Daraus gehen hervor an einer Stelle Einstürze, an einer anderen Falten; treten Einstürze ein, so entstehen geschichtete Tafelhorste neben Senkungsfeldern.

Finden die Einstürze in einem gefalteten Gebirge statt, so entstehen gefaltete Horste. In jedem solchen Horste sieht man ein Stück des alten Faltenbaues, freilich oft nur in undeutlichen, ruinenhaften Zügen. Der Geologe vermag aber aus den erhaltenen Fragmenten den ursprünglichen Aufbau zu erschließen, sowie dem Kunstforscher oft ein Stück Gesimse genügt, um vor seinem Geiste das ganze Baudenkmal wieder erstehen zu lassen.

Halten wir alle einschlägigen Erfahrungen zusammen und versuchen wir sie auf der Karte von Europa zu verfolgen, so kommen wir zu dem Resultate, dass man Europa eintheilen kann in eine Reihe von Zonen, welche von einander getrennt sind durch Überschiebungslinien, und dass wir von Norden gegen Süden in immer jüngere und jüngere Phasen der Gebirgsbildung gelangen.

Digitized by Google

Im äußersten Norden haben wir die Hebriden und Lofoten, lediglich zusammengesetzt aus archäischen Gesteinen, südlich davon das caledonische Gebirge. Das caledonische Gebirgssystem ist aufgelöst in Horste.

Dann kommt die zweite Periode, jene der armoricanischen und variscischen Gebirge. Auch diese Gebirge sind zertrümmert. Es sind Falten vorhanden und die Überschiebungsregionen sind auf eine große Länge zu verfolgen. Dieses Gebirge reicht bis in die Carbonformation. All das ist zusammengebrochen und dann sind neue complicierte Faltensysteme entstanden, welche die Alpen, den Jura, die Apenninen, den Atlas, das südliche Spanien, die Pyrenäen u. a. umfassen. Dieses Faltungsgebiet gehört der tertiären Formation an. Der Einbruch hat begonnen und geht fort. Der größte Theil jener Erscheinungen, die man unter dem Namen Erdbeben sammelt, ist nichts anderes als die Fortdauer der Wirkung jener inneren Kräfte, welche das Relief erzeugt haben, oder richtiger gesagt die Grundzüge des Reliefs; denn die heutigen Oberflächenformen wurden in ihrem Detail wesentlich durch die an der Erdoberfläche thätigen Kräfte, durch Wind und Wetter, durch Wasser und Eis ausgearbeitet.

Ich habe in der ganzen Darstellung von den östlichen Theilen Europas nicht gesprochen. Dort sieht man eine Erscheinung, welche dem westlichen Europa fremd ist. Vom Ural will ich nicht sprechen. Nördlich, bei Petersburg, in Nord-Russland, in Süd-Schweden sieht man, dass Alles horizontal liegt. Hier ist im Laufe

Digitized by Google

der geologischen Perioden keine wesentliche Veränderung eingetreten, sogar die cambrischen Schichten liegen horizontal. Die Umgebung der Ostsee ist von den besprochenen Bewegungen ganz unberührt und vollkommen ruhig geblieben. Das archäische Gebirge, welches darunter liegt, ist gefaltet; das sieht man aber nur an wenigen Stellen, so auf den kleinen Halbinseln, welche im nordwestlichen Theile des Ladogasees liegen. Diese zeigen eine Faltenrichtung des Gebirges, die älter ist als die cambrische Zeit und älter ist als alle Erscheinungen, von denen bisher die Rede war.

Sehr auffallend ist folgende Thatsache: Im östlichen Galizien am oberen Dnjestr schneidet sich der Fluss ziemlich tief in den Boden ein, und da sieht man eine horizontale geschichtete Reihe von Gesteinen, welche nichts anderes ist als die Fortsetzung der Gesteine von Livland, Esthland, Petersburg, welche unter der ganzen Ebene verborgen liegen, die hier wieder sichtbar werden und vollkommen ruhig gelagert sind angesichts der überstürzten Karpathen. Auf welche Weise diese beiden so verschiedenen Gebiete sich so sehr nähern konnten, ist uns heute noch ein Räthsel, Thatsache aber ist es, dass an dieser Erdstelle altes Tafelland dem jüngsten Faltensysteme gegenübersteht.

Wir haben noch ähnliche Punkte in unserem Vaterlande. Wenn jemand von Wien auf der Nordbahn nach Ostrau und Krakau fährt, denkt er wohl selten daran, dass in der Gegend von Weißkirchen und Prerau die umgebogenen Falten des variscischen Gebirges mit

Digitized by Google

den Karpathen zusammenstoßen, einer der wenigen Berührungspunkte zweier Gebirgssysteme, die deutlich sichtbar sind.

So gelangen wir zu einem Bilde, welches nur zum Theile vollendet ist. Wenn man das Relief näher ins Auge fasst, so werden allerdings manche Einzelheiten im Relief erkennbar. Man kann wahrnehmen, wie die gezackte Küste des südwestlichen Irland nichts anderes ist als das Ausstreichen der Falten zum Meere. Man kann wiederholt sehen, so bei Brest, wie die einzelnen Faltenzüge ebenso viele getrennte Vorgebirge bilden, und manches andere, was ich hier übergehen muss.

Dies, hochverehrte Versammlung, sind die Grundzüge der geologischen Structur Europas, wie sie aus einer Reihe von Studien sich heute ergibt. Ich sage heute; ich muss hinzufügen, dass es das ist, was wir jetzt wissen; in zehn Jahren werden wir mehr wissen. Stetig schreitet die Erkenntnis fort. Von dem, was ich Ihnen heute erzählt habe, hat man vor dreißig Jahren keine Kenntnis gehabt. So schreitet die Wissenschaft fort. Damals, vor dreißig Jahren habe ich die Gewohnheit gehabt, wenn ich unter Acten meinen Namen zeichnete, dazu einen Schnörkel zu machen. Damals habe ich es auch für nothwendig gehalten, meine Vorträge mit einigen Sätzen allgemeiner Natur ausklingen zu lassen.

Ich pflege jetzt keinen Schnörkel mehr zu meiner Unterschrift zu fügen und ich bin allmählich zu der

Digitized by Google

Überzeugung gelangt, dass man am Schlusse eines Vortrages dem Hörer selbst überlassen kann, darüber nachzudenken, wie weit wir gekommen sind und wie sonderbare und unerwartete Erfahrungen uns die Wissenschaft gegeben hat, hier vor allem die Erfahrung, dass Europa dreimal aufgebaut, immer wieder zusammengebrochen und wieder aufgebaut worden ist.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Über die menschliche Stimme.

Von

Prof. Sigmund Exner.

Vortrag, gehalten den 13. November 1889.

Mit einer Tafel und zwei Abbildungen im Texte.

Digitized by Google

Digitized by Google

Die unorganische Materie ist mit gewissen Kräften ausgestattet, welche, soviel wir wissen, dieselben sind im ganzen Weltall und dieselben waren seit unvordenklichen Zeiten. Mit dem Studium dieser Kräfte und ihrer Wirkungen beschäftigt sich die Physik. Sie lässt keinen Zweifel darüber, dass ein beleuchteter Fels am Monde in derselben Weise das empfangene Licht wieder ausstrahlt wie ein solcher auf unserer Erde, dass die Dämpfe auf der Sonne dieselben Eigenschaften haben wie jene, die wir in unseren chemischen Laboratorien erzeugen, dass die Gesetze der Gravitation, welche zwischen Millionen Meilen entfernten Sternen herrschen, dieselben sind, welche die Flugbahn einer abgeschossenen Kanonenkugel bestimmen.

Diese nach ewigen Gesetzen wirkenden Kräfte und Eigenschaften der Materie sind der Boden, den die ersten organischen Wesen, welche die Erde trug, vorfanden, und auf dem sich deren zahlreiche Nachkommen zurechtfinden mussten.

An die Thatsache, dass das Wasser bei 0^0 zu Eis wird und dadurch jede Bewegung eines Lebewesens hemmt, an das Naturgesetz, dass Energie nur aus

Digitized by Google

Energie hervorgeht, dass zwischen zwei Körpern verschiedener Temperatur immer eine Ausgleichung stattfindet, und unzähligen anderen, mussten sich die Organismen, wollten sie überhaupt weiter bestehen, anpassen.

Der Kampf ums Dasein aber, der alsbald unter den Lebewesen begann und von dessen Intensität man sich gewöhnlich kaum die richtige Vorstellung macht — ich erinnere daran, dass von den vielen Tausenden von Samen, die z. B. ein Lindenbaum im Laufe seines hundertjährigen Lebens aussäet, durchschnittlich nur einer wieder zu einem Lindenbaum wird; ein Kampf also, in dem von vielen Tausenden von Soldaten nur einer heimkehrt — dieser Kampf ums Dasein nöthigte die organische Welt, nicht nur gegen die physikalischen Gesetze ihre Existenz zu vertheidigen, sondern aus den physikalischen Gesetzen die Waffen zu schmieden, mit denen sie gegen ihresgleichen zufelde zogen, durch welche sie hoffen konnten, aus dem wüthenden Ringen um ihr Dasein siegreich hervorzugehen.

Wir lesen gelegentlich in Büchern und Zeitungen, dass wir stolz darauf sein können, in einem Zeitalter zu leben, in dem es gelungen ist, die Naturkräfte dem Menschen botmäßig zu machen. Es ist wahr, wir werfen Brennmaterial in unsere Maschine und die in demselben wohnenden Kräfte steuern uns in wenig Wochen um die Erde; wir leiten den Blitz in den Draht und benachrichtigen unsern Freund im Fluge auf Tausende von Meilen. Solche Leistungen sind groß,

Digitized by Google

denn sie geschehen mit Bewusstsein, sind das Resultat von Forschung und Überlegung. An und für sich aber, im Haushalte der Natur sind sie klein und stümperhaft. Mutter Natur könnte mit geringschätzigem Lächeln auf dieselben herabblicken und sagen: „Habe ich nicht schon vor tausenden von Jahren durch denselben Verbrennungsprocess, den die sogenannte Nahrung erfährt, meine kleine zierliche Maschine, die Schwalbe, über die Meere geschickt, und umkreist nicht majestätisch eure dampfpustenden Schiffe mein Albatros noch 500 Meilen vom Lande? Habe nicht ich im fernen Amerika den Zitteraal oder in der nahen Adria den Zitterrochen mit dem elektrischen Funken bewaffnet, damit sie durch ihn blitzartig ihre Beute erlegen?“

In der That, von der Construction einer durch Verbrennung mechanische Arbeit leistenden Maschine, wie der Muskel eine solche ist, von der Construction einer elektrischen Batterie, wie solche die sogenannten elektrischen Organe der Fische darstellen, sind wir noch weit entfernt. Nicht nur können wir sie nicht machen, wir verstehen sie nicht einmal, trotz mancher wertvoller Kenntnisse, die wir über sie besitzen.

Zu je vollkommeneren Wesen sich die Organismen entwickelt haben, desto mannigfaltiger und vollständiger wurde die Verwertung der Naturkräfte im Kampfe ums Dasein: der Fisch schwimmt, der Vogel fliegt, indem er die Reibungs- und Bewegungsgesetze der tropfbaren und gasförmigen Flüssigkeiten ausnützt; der Laubfrosch benützt den Luftdruck, um sich am Blatte

Digitized by Google

anzusaugen, unser Magen secerniert Salzsäure, um die quellenden Eigenschaften verdünnter Säuren bei der Verdauung zu verwerten, und unser Auge ist ein optischer Apparat, dessen Linse und andere brechende Flächen gerade die Krümmung, die Entfernung von einander und von der Netzhaut, auch gerade das Lichtbrechungsvermögen haben, dass bei den physikalischen Gesetzen der Optik, welche lange vor jedem Auge existirt haben, ein Bild der äußeren Objecte gerade auf der Netzhaut entsteht.

Wenn nun in dieser Weise die Thierwelt alle Kräfte und Eigenschaften der anorganischen Welt zu ihrem Vortheile auszunützen bestrebt war, so wird es uns nicht wundernehmen, dass sie auch aus den elastischen Eigenschaften der Luft, durch welche diese einen ihr ertheilten Stoß auf große Entfernungen hin überträgt, Münze zu schlagen verstand. Wie wichtig ist es für die Maus, die von der Katze beschlichen wird, dass sie, wenn diese mit ihren weichen Tätzchen doch einmal ein Steinchen umzuwerfen so ungeschickt ist, die durch diesen Stoß erzeugte Luftwelle wahrnimmt, hört. Wie nützt ein Reh nicht nur die optischen Gesetze mit dem Auge und die chemischen mit der Nase, sondern auch die akustischen mit dem Ohre aus, um den feindlichen Jäger rechtzeitig wahrzunehmen.

Es liegt aber auf der Hand, dass nicht nur das akustische Erkennen des Feindes, sondern auch das des Freundes im Kampfe ums Dasein eine große Rolle spielt: denken Sie an die Gluckhenne, die ihre Jungen

Digitized by Google

ruft; die Gemse, die ihren Warnungspfiff erschallen lässt; den Vogel, dessen Gesang das Weibchen lockt — und darauf beruht es, dass sehr viele Thiere und der Mensch die Eigenschaft erworben haben, selbst Lufterschütterungen hervorzurufen, zunächst wohl, um sich zu erkennen zu geben. Im weiteren Verlaufe der Vervollkommnung hat sich auch die Art dieser Lufterschütterungen, der Laute, zu verschiedenen Zwecken modificiert und ist im Menschen zu jener merkwürdigen Fähigkeit geworden, die bestimmend auf sein ganzes Gebahren, sein sociales Leben, geworden ist, zur Sprache.

Im allgemeinen werden wir also behaupten können, das Gehör sei das Primäre, die Fähigkeit zu bestimmten Zwecken bestimmte Geräusche und Töne hervorzubringen, sei das Secundäre; wäre die Thierwelt taub, wie die Pflanzenwelt, sie wäre auch, wie diese, stumm, und Sir J. Lubbock[1]) folgert mit Recht aus dem Umstande, dass gewisse Insecten Apparate zur Erzeugung von Schallwellen haben, sie müssten auch Besitzer eines Gehörorganes sein, wenn uns dasselbe auch noch nicht bekannt sei.

Soll aber eine durch die Luft anlangende Schallwelle in uns eine Empfindung veranlassen, so kann das nur dadurch geschehen, dass sie auf die hierzu mit gewissen Endapparaten ausgestatteten Hörnerven mechanisch einwirkt.

---

[1]) Die Sinne und das geistige Leben der Thiere. Internationale wiss. Bibliothek, XLVII, S. 61.

Digitized by Google

Die lebendige Kraft aber, welche einer solchen Luftwelle innewohnt, ist im allgemeinen eine sehr geringe, schon wegen der geringen Masse, welche die Luft hat. Allerdings ist die mechanische Wirkung einer Luftwelle, welche z. B. durch die Explosion eines Pulvermagazins entsteht, durchaus keine unbedeutende. Menschen werden zu Boden geschleudert und noch auf große Entfernung hin Fensterscheiben eingedrückt. Aber was für eine enorme Luftwelle ist das auch. Im Kampfe ums Dasein aber war es vortheilhaft, dass die Lufterschütterung, welche ein Singvogel durch sein wenige Millimeter messendes Kehlköpfchen erzeugt, von dem andern Vogel auch noch jenseits des Thales gehört wird. Wie breitet sich jede solche Schallwelle über alle Hügel und Thäler in der Runde aus und ein wie minimales Stückchen derselben wird von dem Trommelfellchen des lauschenden Weibchens aufgefangen. Auch dieses kleine Stückchen der Schallwelle soll noch eine mechanische Wirkung erzeugen.

Hier hatte die Natur also eine schwere Aufgabe zu lösen, sollte sie ihre Organismen kampftüchtig ausrüsten, ihre Existenz zu vertheidigen. Wie gesagt, schmiedet sie ihre Waffen aus den physikalischen Gesetzen, und das Gesetz, das sie hier in erster Linie verwertet, ist das Gesetz des Mitschwingens.

Es ist nicht nöthig einen Pulvervorrath zur Explosion zu bringen, um durch die hiedurch erzeugte Luftwelle ein Glas zum Zerspringen zu bringen, ein bekannter Versuch zeigt, dass unter gewissen Bedin-

Digitized by Google

gungen viel schwächere Wellen ausreichen, indem man ein gläsernes Gefäß zersprengen kann, wenn man einen Ton von bestimmter Höhe in dasselbe hineinsingt. Hier wird also eine mechanische Wirkung erzielt, welche enorm groß ist im Vergleich zu der lebendigen Kraft, welche der einzelnen Luftwelle innewohnt.

Der Vorgang, der hier stattfindet, wird durch folgendes Beispiel verständlich werden: Ein Kind sei nicht stark genug, seinen Bruder auch nur einen Decimeter hoch vom Boden zu heben. Nun setzt sich der Bruder aber auf die Schaukel und erhält von dem Kinde einen leichten Stoß; die Schaukel schwingt und, wenn der Stoß im richtigen Momente wiederholt und oftmals wiederholt wird, so reicht die Kraft des schwachen Kindes nicht nur aus, den Bruder einen Decimeter hoch zu heben, die Schaukel wird ihm bald über den Kopf und höher gehen. Es hat also eine Summierung der einzelnen schwachen Stöße zu dieser bedeutenden mechanischen Leistung geführt. Damit eine solche Summierung eintritt, ist nur nöthig, dass die Stöße immer im richtigen Momente erfolgen, d. h. sie mussten in gleichen Zeitintervallen ertheilt werden, welche Zeitintervalle mit der Schwingungsdauer der Schaukel identisch waren. Ganz dasselbe ist bei jenem Versuche an dem gesprengten Glasgefäße der Fall. Indem ein Ton in das Glas hineingesungen wird, trafen in bestimmten, allerdings sehr kleinen Zeitintervallen schwache Luftwellen die Wandungen des Glases, und wenn die Schwingungsdauer dieser Wandungen dieselbe ist wie die Dauer einer

Digitized by Google

Luftwelle, so wird immer jede der letzteren die Ausbiegungen der Glaswand, welche die vorhergehenden Wellen erzeugt hatten, noch um ein geringes verstärken, bis die Schaukelbewegungen der Glaswand, d. h. deren Schwingungen so groß werden, dass das Glas dieselben nicht mehr aushält: es zerspringt.

Diese Erscheinung des „Mitschwingens“ also ermöglicht bei geringen lebendigen Kräften der einzelnen Luftwellen noch bedeutende mechanische Leistungen, und da die Wirkung auf das thierische Ohr immer zunächst mechanische Leistung ist, so konnte auf diesem Wege eine Gehörsempfindlichkeit erreicht werden, die auf keinem andern Wege möglich erscheint.[1])

Unser Gehörorgan ist auch wirklich ein Mitschwingungsapparat. Für Thiere und Menschen aber, welche gehört sein wollten, war dadurch die Bedingung gegeben, dass die von ihnen producierten Schallwellen in regelmäßigen Intervallen aufeinanderfolgen. Eine solche Succession von Wellen aber nennen wir einen Ton, und hierin liegt die Ursache, aus welcher die Töne in den Stimmen der Thiere und Menschen eine so hervorragende Rolle spielen. Es kommen zwar, wie

---

[1]) Es kann natürlich auch unter Vermittlung der mitschwingenden Organe nicht mehr Energie in der Zeiteinheit dem Gehörorgan zufließen, als eben in den einwirkenden Schallwellen enthalten ist. Man muss aber bedenken, dass unsere Sinnesorgane wie unsere Muskeln in einer Beziehung zum Nervensystem stehen, welche dem Princip der Auslösung entspricht.

Digitized by Google

wir noch sehen werden, in den als Sprache producierten Luftwellenzügen auch viele vor, welche keiner regelmäßigen Aufeinanderfolge von Wellen entsprechen, sondern einer unregelmäßigen Luftbewegung, man nennt solche, zum Unterschied von den Tönen, Geräusche, aber die Töne sind doch bei weitem das Vorherrschende und, wie nach dem Gesagten zu erwarten ist, sind sie ausschlaggebend bei allen Wirkungen der Stimmen in weite Entfernungen. Der klagende Ruf des Schwarzspechtes, wohl jenes einheimischen kleinen Vogels, der am weitesten gehört wird, besteht aus Tönen, nicht minder das Gebrüll des Löwen oder der Gesang und der Ruf des Menschen. Was Thier und Mensch an Stimmgeräuschen hervorbringt, ist nur in der Nähe vernehmbar.

Hatte also der Kampf ums Dasein von dem thierischen Individuum die Fähigkeit gefordert, regelmäßig aufeinanderfolgende Luftwellen zu producieren, d. h. Töne zu erzeugen, so wurde die Befriedigung dieser Forderung wieder aufgebaut auf dem Fundament der ewigen physikalischen Gesetze. Ein gespanntes Band, eine Saite und dergleichen haben die Neigung, in regelmäßige Vibrationen zu gerathen und somit der Luft jene verlangten regelmäßigen Stöße zu ertheilen, und dieselben akustischen Gesetze, nach welchen eine Anzahl unserer musikalischen Instrumente fungieren, sind es, welche leitend bei der Entwicklung der Stimmorgane von Generation zu Generation gewirkt haben.

Sie wissen, dass z. B. beim Clarinett eine elasti-

Digitized by Google

sche Platte, die sogenannte Zunge, angeblasen und dadurch in Vibrationen versetzt wird, welche den Ton bilden. Sie wissen auch, dass sich an dem Mundstück des Clarinettes noch ein Rohr befindet, und dass durch das Öffnen von seitlichen Löchern an demselben der Ton verändert werden kann. Es sind diese beiden Theile, die vibrierende Zunge und das Ansatzrohr, im Wesentlichen dieselben Bestandtheile, aus welchen unser Stimmorgan besteht. Die Zunge des Clarinettes bilden hier die beiden Stimmbänder, das Ansatzrohr ist die Mundhöhle mit ihren Adnexen.

Verzeihen Sie, dass ich jetzt eine etwas langweilige anatomische Auseinandersetzung machen werde — ich kann sie leider nicht vermeiden, werde mich aber auf das Nothwendigste beschränken.

Sie kennen alle jenes vorspringende harte Gebilde am Halse, das in Volkes Mund der Adamsapfel heißt; es ist der Kehlkopf, die Herberge und zugleich der Bewegungsapparat der Stimmbänder. Er hat in der That etwa die Größe eines mittleren Apfels, ist aber viel unregelmäßiger geformt und hat im Innern eine Höhlung, die ihn von oben nach unten durchsetzt. Er hat auch einen Stiel, der nach abwärts sieht und sehr dick, ungefähr halb so dick wie der Apfel und hohl ist. Das ist die Luftröhre, die vom Kehlkopf in die Lunge hineinführt. Die Höhlung derselben geht unmittelbar in die Höhlung des Apfels über, letztere bildet die Fortsetzung der ersteren. Und da der Apfel mit seiner Bohrung nach oben in die Schlundhöhle

Digitized by Google

ausmündet, so ist auf diese Weise der Weg gebildet, wie Luft aus der Lunge durch die Luftröhre, den Kehlkopf, die Schlund- und Rachenhöhle, endlich durch Mund oder Nase nach außen gelangt. Da, wo der Kehlkopf in den Schlund mündet, hat er einen Deckel, der sich beim Schlucken schließt. Bei manchen Menschen sieht man diesen Kehldeckel am hinteren Ende der Zunge von unten heraufragen, wenn der Mund weit aufgemacht und etwas gewürgt wird. Ich führe das an, um Ihnen die Stelle zu beschreiben, an welcher der Kehlkopf in den Schlund mündet.

Ich sagte, Sie sollten sich den Adamsapfel von oben nach unten durchbohrt denken. Diese Bohrung ist aber durchaus keine cylindrische, die Höhlung hat vielmehr eine recht complicierte Gestalt, doch interessiert uns hier nur eine dieser Complicationen, diese aber allerdings sehr. Stellen Sie sich zunächst die Durchbohrung durch eine quere, also horizontalliegende Scheidewand unterbrochen vor, dieselbe sei rechts und links dick, gegen die Mitte zu aber allmählich dünner werdend; und nun denken Sie sich in der Mitte von vorne nach hinten gerichtet einen Schnitt in die Scheidewand gemacht. Wenn Sie jetzt von oben daraufsehen, so sehen Sie einen Schlitz, das ist die sogenannte Stimmritze, und die den Schlitz bildenden Antheile der Scheidewand sind das rechte und linke Stimmband. Ein Stimmband ist also kein auf zwei Seiten freies Band, wie der Name vermuthen ließe, sondern es ist eine Art First, welcher von der Seitenwand des Kehl-

Digitized by Google

kopfes gegen die Mittelebene desselben vorspringt und deren Kante von vorne nach hinten verläuft. Diese Kanten, aus elastischem Gewebe gebildet, sind es, welche, wenn von der Lunge aus Luft durch die Stimmritze getrieben wird, indem sich diese an ihnen reibt, in Schwingungen versetzt werden und so einen Ton geben. Es entspricht das der Art, wie die Zunge des Clarinettes durch Blasen in Vibration versetzt wird.

Nun haben aber die Stimmbänder des Kehlkopfes vor den Zungen unserer Blasinstrumente eine wichtige Fähigkeit voraus. Sie sind nach unserer Willkür beweglich. Ihre Beweglichkeit ist doppelter Art. Sie können erstens mehr oder weniger angespannt werden und geben, so wie dies ja auch die Saiten unserer Instrumente thun, einen um so höheren Ton, je stärker sie gespannt werden. Und sie können zweitens wenigstens mit ihrem hinteren Ende nach außen bewegt werden. Diese Bewegung geschieht immer symmetrisch, so dass, wenn das rechte Stimmband nach rechts geht, das linke ebensoviel nach links geht und umgekehrt. So kommt es, dass der Schlitz, von dem wir uns eben vorstellten, er sei in die Querscheidewand des Kehlkopfes geschnitten worden, nach Willkür zu einer großen Öffnung erweitert oder bis zum vollkommenen Verschluss verengert werden, sowie alle Mittelstellungen einnehmen kann.

Den Mechanismus, durch den das geschieht, können Sie sich in den gröbsten Zügen etwa in folgender Weise klar machen. Um bei dem Beispiele vom Apfel

Digitized by Google

zu bleiben, denken Sie sich die Schale des Apfels dick und ziemlich fest; sie besteht in der That aus Knorpel, dessen Consistenz Ihnen ja bekannt ist. Jedes Stimmband setzt sich dann von innen her vorne, hinten und seitlich an die Schale an. Das derbe Gewebe, welches den freien schwingenden Rand des Stimmbandes bildet, verläuft, wie gesagt, von vorne nach hinten, der seitliche Ansatz ist weich, fleischig und interessiert uns hier wenig, da er nicht in Schwingungen geräth. Der innere vibrationsfähige Theil aber, das Stimmband im engeren Sinne, soll, wie eben gesagt, angespannt werden. Das ist natürlich unmöglich, wenn die knorpelige Schale wie beim Apfel ein zusammenhängendes Ganze bildet. Nun denken Sie sich aber, ich machte von der oberen Öffnung des Kehlkopfes aus mit einem Messer, dessen Schneide von rechts nach links gestellt ist, einen senkrechten Schnitt, der die Stimmbänder selbst zwar verschont, aber die Schale bis über die Hälfte ihrer Höhe durchtrennt, so dass er noch nennenswert tiefer reicht, als die Ebene ist, in welcher die Stimmbänder liegen. Der Schnitt berührt also den untersten Theil des Kehlkopfes nicht, trennt aber den größeren oberen in eine hintere und eine vordere Abtheilung. Jedes Stimmband setzt sich dann mit einem Ende am vorderen, mit dem andern am hinteren Antheile an.

Wenn ich jetzt diese beiden Stücke auseinanderdränge, so werden sie nachgeben und dadurch die an ihnen befestigten Stimmbänder spannen. Denken Sie sich, dass die beiden Stücke, indem ich sie auseinander-

Digitized by Google

dränge, da einknicken, wo sie an den untersten nicht durchschnittenen Schalentheil stoßen, so wird dadurch ihre Beweglichkeit noch gesteigert. In der That befinden sich an den correspondierenden Stellen des menschlichen Kehlkopfes theils Gelenke, theils Weichtheile, und die angedeutete Spannung der Stimmbänder geschieht durch Muskeln, welche den vorderen und den hinteren Schalenantheil von einander zu ziehen suchen.

Wenn ich noch hervorhebe, dass jener Schnitt, durch welchen wir uns den oberen Theil des Adamsapfels in die zwei Theile zerlegt dachten, nicht gerade durch die Mitte des Kehlkopfes geht, sondern, dass er hinter der Mitte liegt, der vordere Antheil also größer ist als der hintere, so ersehen Sie, dass ersterer eine Gestalt haben muss, welche einem stark gebogenen Schilde nicht unähnlich ist. Er heißt auch der Schildknorpel. Der unterste Theil des Kehlkopfes, der vom Schnitte nicht getroffen und von den beiden oberen Antheilen durch die Knickungen abgetrennt wurde, stellt also noch einen geschlossenen Ring dar, er heißt Ringknorpel.

Ich habe versucht, Ihnen klar zu machen, wie durch diese Vorrichtung die wechselnde Spannung der Stimmbänder erzeugt wird; ich sagte aber, dass diese noch eine zweite Bewegung haben, indem sie sich von einander entfernen und sich nähern können. Um einzusehen, wie das geschieht, ist nur nöthig, dass wir uns jetzt noch das hintere kleinere Stück der beiden

Digitized by Google

beweglichen Antheile des Kehlkopfes in der Mitte von oben nach unten durchtrennt denken. Dann setzt sich das rechte Stimmband mit seinem hinteren Ende an den rechten Theil, das linke an den linken Theil an, und wenn diese beiden Theile durch Muskelzug auseinanderrücken, so müssen das auch die Stimmbänder, wenigstens mit ihren hinteren Enden. Die vorderen Enden können nicht von einander entfernt werden. Diese beiden so entstandenen Knorpel haben wegen ihrer eigenthümlichen Form den sonderbaren Namen: Gießbeckenknorpel. Werden sie durch die betreffenden Muskeln nach rückwärts gezogen, so spannen sie die Stimmbänder, werden sie seitwärts gezogen, so wird jene Spalte zwischen den Stimmbändern, die wir Stimmritze nannten, weit und lässt die Luft reichlich aus der Lunge abfließen oder in dieselbe eindringen. Die Kraft, welche die Luft bewegt, entstammt unseren Athemmuskeln; ihre Action bewirkt, dass sie entweder mit stärkerer oder geringerer Intensität wie aus einem Blasebalg durch die Luftröhre und die Stimmritze herausgepresst oder auf demselben Wege eingesogen wird.

Sie haben gesehen, dass die Stimmritze reichlich zur Bewegung ausgestattet ist, und in der That macht sie von dieser Fähigkeit den ausgiebigsten Gebrauch. Wie das Herz unser ganzes Leben nicht stille steht, so setzen auch die Stimmbänder, soviel wir wissen, keine Minute des Lebens ihr Spiel aus. Sie gehen nämlich bei jeder Einathmung weit auseinander, um sich beim

Digitized by Google

Ausathmen wieder zu nähern. Ihre wesentlichste Thätigkeit aber beginnt, wenn wir unsere Stimme ertönen lassen.

Soll das geschehen, so drücken wir die Gießbeckenknorpel ziemlich enge zusammen und spannen dabei die Stimmbänder an, so dass die Stimmritze eine enge Spalte und der freie Rand der Stimmbänder zu einer dünnen Membran ausgezerrt wird; nun blasen wir Luft aus der Lunge heraus, die wegen der Schmalheit der Stimmritze nur unter Widerstand hindurchkann, und indem sie sich da reibt, die Stimmbänder in Vibration versetzt. Man kann sie mit Hilfe des Kehlkopfspiegels schwingen sehen, und wenn man gewisse Hilfsmittel anwendet, trotz der Raschheit der Schwingungen erkennen, dass dieselben in aufeinanderfolgenden Ausbauchungen des freien Randes der Stimmritze nach oben und nach unten bestehen und dass in jedem Momente beide Stimmbänder sich in symmetrischen Stellungen befinden. Je gewaltsamer man den Luftstrom aus der Lunge herauspresst, desto lauter wird der Ton.

Wodurch ist die Tonhöhe bestimmt? Sie wissen, dass eine Saite bei gegebener Spannung einen um so höheren Ton gibt, je kürzer sie ist, beruht doch darauf die eigenthümliche Form unserer Claviere oder der Harfen. Dasselbe gilt auch für das Stimmband. Daraus geht hervor, dass ein kleiner Kehlkopf eine höhere Stimme haben muss als ein großer.

Der Sopran der Kinder wird beim Wachsen des

Digitized by Google

Kehlkopfes zum Sopran oder dem Alt des Mädchens. Beim Knaben wächst der Kehlkopf wie beim Mädchen gleichmäßig fort bis zum vierzehnten bis siebzehnten Jahre, zu welcher Zeit das Wachsthum ein besonders rasches Tempo einschlägt, um nach ein bis zwei Jahren dauernd stille zu stehen. Es hat sich aus dem Kindersopran in dieser Zeit des sogenannten Mutierens der Tenor oder der Bass herausgebildet.

Wir sind aber nicht auf eine Tonhöhe angewiesen, sondern können Töne verschiedener Höhe hervorbringen. Gehen wir von einem tiefen Ton aus und fragen uns: was geht im Kehlkopfe vor, wenn wir dessen Höhe allmählich steigern? Der Ton einer Saite kann erhöht werden durch stärkere Spannung und durch Verkürzung derselben. Beides thun wir auch mit unseren Stimmbändern. Indem wir durch Muskelaction Schildknorpel und Gießbeckenknorpeln immer mehr von einander zu entfernen suchen, erhöhen wir die Spannung der Stimmbänder und damit ihren Ton. Sobald die Kehlkopfmuskeln so an das Maximum ihrer Leistungsfähigkeit gelangt sind, kann der Ton auf diesem Wege nicht mehr gesteigert werden; und doch ist die Höhe der producierbaren Töne noch nicht erschöpft.

Es ist Ihnen wohl bekannt, dass die Sänger verschiedene „Ansätze“ unterscheiden; sie sagen, wenn sie einen Ton mit der tiefen Stimmlage nicht mehr erreichen können, sie müssten nun den Ton in der „Mittellage“ nehmen; zu dem Übergang aus einer Stimmlage in die andere aber ist ein neuer „Ansatz“

Digitized by Google

erforderlich. Dieser besteht darin, dass sie ihre Gießbeckenknorpeln so fest aneinanderdrücken, dass die hintersten Theile der beiden Stimmbänder, indem sie sich berühren, am Schwingen gehindert sind. Es schwingt also jetzt nur ein Theil des ganzen Stimmbandes, dasselbe ist, soferne es fungiert, kürzer geworden. Dieser neue Ansatz ist aber bei mäßiger Spannung der Stimmbänder genommen worden, so dass jetzt neuerdings durch Anspannung derselben der Ton in die Höhe getrieben werden kann.

Es scheint, dass das Spannen des Stimmbandes sowie seine Verkürzung nicht leicht allmählich geschehen kann. Deshalb pflegt beim neuen Einsatz immer eine kurze Pause gemacht zu werden, innerhalb welcher die Gießbeckenknorpel in ihre neue Stellung treten. Der continuierliche Übergang pflegt gelernt zu werden.

Sie wissen weiterhin, dass die Sänger eine höchste Stimmlage als Fistelstimme unterscheiden. Neuere Forschungen haben gezeigt, dass dieselbe auf einem ganz eigenthümlichen Schwingungsmodus der Stimmbänder beruht. Jedes Stimmband schwingt nämlich mit sogenannten Knotenlinien, welche parallel dem freien Rande verlaufen, d. h. der innerste Rand des Stimmbandes schwingt wie bei der gewöhnlichen Stimme nach auf- und abwärts; nach außen, davon kommt aber ein Streifen, der vollkommen in Ruhe ist, und noch etwas weiter nach außen liegt wieder ein schwingender Streifen des Stimmbandes. Dieser aber bewegt sich immer nach abwärts, wenn der innerste

Digitized by Google

Streifen eben nach aufwärts schwingt. Noch weiter nach außen kann wieder ein Theil des Stimmbandes gleichsinnig mit dem innersten schwingen. Welche sonderbare Art der Muskelaction es ist, welche diese Art der Schwingungen bedingt, wissen wir nicht, Sie sehen aber, dass die Fistel- oder Falsettstimme große Verwandtschaft mit den Flageolettönen hat, die wir unseren Streichinstrumenten entlocken und die auch darauf beruhen, dass an einer schwingenden Saite durch Auflegen eines Fingers Knotenpunkte hervorgerufen werden. Oberhalb und unterhalb eines solchen hat die Schwingung auch in jedem kleinen Zeittheilchen die entgegengesetzte Richtung.

Alle diese Töne werden in der Regel durch Anblasen der Stimmbänder in der Weise erzeugt, dass die Luft aus der Lunge nach außen gepresst wird. Es ist aber kein theoretischer Grund vorhanden, aus welchem man erwarten könnte, dass diese Strömungsrichtung der Luft nothwendig ist, um die Stimmbänder zum Schwingen anzuregen. In der That bringen manche Jodler in unseren Gebirgsgegenden gerade die höchsten Falsettöne durch Einsaugen der Luft hervor. Es lassen sich übrigens in derselben Weise auch tiefe Töne erzeugen.

Sie begreifen nun wohl, warum das Singenlernen so schwer ist. Man sagt, der ungeschulte Sänger „setzt unsicher ein“. Es ist das begreiflich, denn er muss, ehe er durch den Luftstrom seine Stimmbänder aufbläst, die Gießbeckenknorpel genau so stark zusammen-

Digitized by Google

gepresst haben, dass die Stimmritze die richtige Länge hat, er muss weiter den Stimmbändern die richtige Spannung ertheilt haben, abgesehen von den Stellungen der Mundtheile und manchem andern. Er hat dabei eine ganze Menge von Muskeln in Action versetzt und wehe ihm, wenn auch nur einer von ihnen nicht genau das richtige Maß der Spannung hat — der Ton, der dann herauskäme, wäre falsch. Deshalb bläst der Anfänger seine Stimmbänder zuerst ganz vorsichtig an, um an dem leisen Ton, den er, wenn auch nur auf einen Moment, zu hören bekommt, zu beurtheilen, ob seine Muskelactionen richtig sind, während der sichere Sänger kühn mit dem vollen Ton einsetzen kann. Der Wert der Übung beim Singen beruht, ähnlich wie bei vielen Fertigkeiten, darauf, dass wir lernen, für jede der intendierten Actionen das richtige Maß und die richtige Vertheilung der Kraftanstrengung in jedem Muskel zu treffen. Erkennen wir diese erst am hervorgebrachten Ton, wie dies beim Anfänger der Fall ist, falls er ein gutes Gehör hat, so wäre es zu spät, dann hätte auch schon der Zuhörer den Ton gehört.

Ich habe vorhin gesagt, dass die Vibration der Stimmbänder dadurch entsteht, dass die Luft, die wir aus der Lunge herauspressen, an denselben vorbeistreicht, sich dabei an ihnen reibt, sie also ganz ebenso zum Schwingen bringt wie der Violinbogen die Saite. Natürlich muss, damit die Stimmbänder überhaupt ansprechen, eine gewisse Stärke des Stromes erreicht sein, d. h. die Luft muss in der Lunge unter einem

Digitized by Google

Druck von gewisser Höhe stehen. Dieser Druck wird durch Actionen von Muskeln hergestellt, welche das Volumen der Brusthöhle beeinflussen.

Ist die Stimmritze offen und man presst die Luft aus derselben aus, so ist der Strom im ersten Momente noch nicht stark genug, die Stimmbänder anzusprechen. Es liegt das hauptsächlich an der Wirkungsart unserer Muskeln: führen wir einen Säbelhieb, so setzt sich der Säbel auch zuerst mit geringer Geschwindigkeit in Bewegung, die erst allmählich größer wird. In dieser kurzen Zeit, vom Beginne des Luftstromes bis zum Ansprechen der Stimmbänder, bringt die Luft, indem sie sich an den Stimmbändern reibt, zwar keinen Ton, wohl aber ein Geräusch hervor, das wir hören. Wir bezeichnen dieses Geräusch sogar mit einem Buchstaben, es ist unser *H*. Die Griechen bezeichneten es mit einem über den darauffolgenden Vocal angebrachten accentähnlichen Zeichen, dem Spiritus asper. Man kann aber beim Anlauten der Stimme auch anders verfahren. Man kann bei geschlossener Stimmritze den Luftdruck in der Brusthöhle so hoch machen, dass er ausreichen würde, die Stimmbänder zum Ansprechen zu bringen. Sie können aber noch nicht vibrieren, da sie sich in ihrer ganzen Ausdehnung berühren. Nun erst geht man plötzlich mit den Stimmbändern in die Stellung über, welche dem beabsichtigten Tone entspricht. Auch hier gewahrt man vor dem Tone ein kurz dauerndes Geräusch, welches von dem plötzlichen Durchbruch der gestauten Luftmasse herrührt. Für dieses

Digitized by Google

Geräusch haben wir in den europäischen Sprachen keinen Buchstaben, wohl aber haben die Araber ein Schriftzeichen, das Hamze, dafür, und die Griechen drücken es durch den Spiritus lenis aus. Das Wort *alt* unterscheidet sich von dem Worte *halt* nur dadurch, dass das erste mit verschlossener, das zweite mit offener Stimmritze angesprochen wird, und wenn Sie auf die Empfindungen achten, die Sie beim Aussprechen der beiden Worte haben, so werden Sie sich der kleinen Luftexplosion, die dem Laute *a* im ersten Worte vorausgeht, wohl bewusst werden. Gewisse Völker, z. B. die Italiener, sind nicht im Stande, *haben* auszusprechen, sie sagen *aben*, d. h. es ist ihnen unmöglich, ein Wort mit offener Stimmritze zu beginnen.

Bei der Aussprache des *H* reibt sich die Luft an den Stimmbändern, ohne sie in Vibration zu versetzen. Sie geben deshalb keinen Ton. Setzen wir sie zwar in Vibrationen, aber folgen diese so langsam aufeinander, dass sie nicht zu einem Ton verschmelzen, man vielmehr jede Schwingung derselben als einen Luftstoß vernimmt, so bringen wir einen Zitterlaut hervor, der, wenn wir ihn zwischen einem *O* und einem *A* sprechen, dem Quacken der Frösche ähnlich wird. Es ist das ein *R*, aber nicht das *R* der hochdeutschen Sprache; im Deutschen kommt es vielmehr nur in Dialekten vor, im Plattdeutschen: *Örd* = *Art*, *Dürt* = *Dorothea;* in unserem Wiener Dialekt z. B. in *Karl, hören* etc. Im Englischen heisst dieses *R* das *soft R* und wird allgemein gesprochen: *bird, beard.*

Digitized by Google

Wir sind, indem wir vom Anlaute des Tones sprachen, halb unwillkürlich in das Gebiet der Sprachlaute gelangt und wollen uns nun mit diesen kurz beschäftigen. Zunächst mit den Selbstlauten.

Ich habe hier einen Würfel aufgestellt. Die vier senkrecht stehenden Flächen desselben sind durch Spiegel gebildet. Sie sehen in einem dieser Spiegel das Bild einer kleinen Gasflamme. Drehe ich den Würfel um seine verticale Axe mit passender Geschwindigkeit, so sehen Sie die Flamme in einen leuchtenden Streifen auseinandergezogen. Das Gas gelangt zu der kleinen Flamme nicht direct aus der Gasleitung, sondern durch eine Kapsel. Singe ich gegen diese Kapsel einen Ton, so bemerken Sie, dass der leuchtende Streifen zahlreiche Wellen bildet, und spreche ich die Vocale *A, E, I, O, U* gegen die Kapsel, so ist nicht nur die Zahl, sondern auch die Form der Wellen bei jedem Vocale eine andere.

Wie geht das zu? Die eine Wand der Kapsel (schematisch in Fig. 2 dargestellt), durch welche das Gas (in Richtung der Pfeile) strömt, ist aus einer Membran *(m m)* gebildet. Diese macht, da sie leicht beweglich ist, die Schwingungen der Luft, die mein Stimmorgan erzeugt hat, bis zu einem gewissen Grade mit. Jedesmal, wenn eine Schallwelle an die Membran stößt, so wird sie etwas nach innen gedrückt (punktierte Stellung) und presst dadurch das Gas aus der Kapsel heraus. Deshalb brennt die Gasflamme *(f)* in diesem Momente höher, um während des Rückganges

Digitized by Google

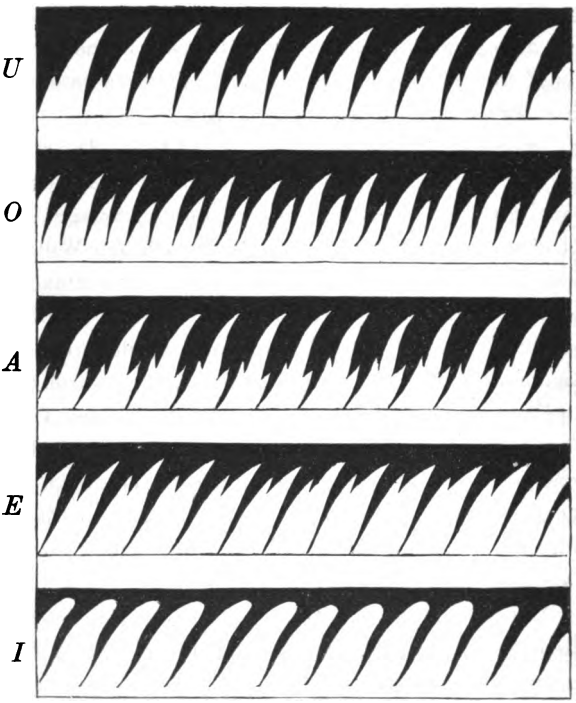


Fig. 1. Flammenbilder der fünf Vocale nach König.

der Membran wieder kleiner zu werden. Es leuchtet ein, dass die Anzahl und bis zu einem gewissen Grade auch die Form der Luftwellen demnach durch die Bewegungen der Flamme wiedergegeben werden. Diese Bewegungen folgen aber so rasch aufeinander, dass man sie nicht mit dem Auge verfolgen könnte, würden

Digitized by Google

wir nicht den Kunstgriff mit den rotierenden Spiegeln anwenden.

Halten wir fest, dass die Form der Wellen bei verschiedenen Vocalen verschieden ist. Nun lehrt uns die Physik, dass derartige Verschiedenheiten und Complicationen in der Form der periodisch wiederkehrenden Schallwellen immer darauf beruhen, dass gleichzeitig mehrere — bisweilen sehr viele — einfache Töne sich zu einem solchen Wellenzug zusammensetzen. Unser Versuch hat uns also gelehrt, dass jeder Vocalklang aus einer Summe einfacher Töne besteht und dass diese Töne, wie die Verschiedenheit der Flammenbilder erwarten lässt (wenn auch nicht beweist), bei den fünf gesprochenen Vocalen nicht oder wenigstens nur zum Theile dieselben sind.

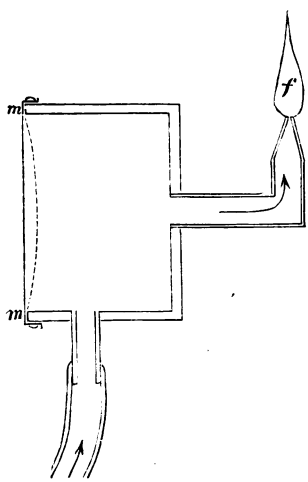


Fig. 2.
Schema der König'schen Kapsel.

Davon, dass der Klang eines Vocales wirklich aus einer Summe einfacher Töne besteht, kann sich jedermann durch einen Versuch überzeugen, den ich Ihnen hier nicht vorführe, weil ich dazu hätte ein Clavier

Digitized by Google

herbringen müssen, während er andererseits jedem von Ihnen zu Hause an seinem Claviere sicher gelingen wird.

Wenn man den Deckel des Clavieres aufhebt, das Pedale tritt und nun gegen die Besaitung kräftig die einzelnen Vocale spricht, so tönt jeder Vocal wie ein Echo aus dem Clavier zurück. Es sind nämlich durch das Hineinsprechen eine ganze Anzahl von Saiten in Mitschwingungen versetzt worden; diese Schwingungen überdauern natürlich die Stimme, und die Summe des Nachklingens aller angesprochenen Saiten gibt den Nachklang des Vocales. Da aber, wie Sie wissen, jede Claviersaite nur einen Ton gibt (der, wenn sie durch Mitschwingen ins Tönen gebracht ist, in der That einfach ist), so muss auch der ganze Vocalklang aus einfachen Tönen bestehen.

Wodurch sich die Klänge der verschiedenen Vocale von einander unterscheiden, ist eine Frage, die noch nicht mit hinlänglicher Präcision beantwortet worden ist.

Man hat geglaubt, dass für jeden Vocal ein bestimmter Ton charakteristisch ist, und in der That führe ich Ihnen hier fünf Töne vor, von denen jeder eine Wirkung auf unser Ohr macht, welche einem der Vocale *A, E, I, O, U* verwandt erscheint. Man neigt sich jedoch in neuerer Zeit wieder einer älteren Ansicht zu, nach welcher dieser bestimmte Ton zum mindesten nicht das einzige Moment ist, durch welches der Vocalklang charakterisiert ist, dass vielmehr das

Digitized by Google

Verhältnis der verschiedenen Töne zu einander in Betracht komme. Bei der Beantwortung dieser schwierigen Fragen wird der in jüngster Zeit so oft genannte Phonograph noch eine Rolle zu spielen haben. Ist nämlich der Vocal durch einen Ton von bestimmter Höhe charakterisiert, so muss der Vocal, der auf den Phonographen übertragen wurde, bei der Reproduction sich ändern, wenn man die Walze des Apparates langsamer oder schneller laufen lässt. Handelt es sich aber um das Verhältnis der Töne, so muss der Vocalklang unabhängig von der Geschwindigkeit der Walzendrehung sein. Bisher in dieser Richtung angestellte Versuche haben keine übereinstimmenden Resultate ergeben, die neuen verbesserten Phonographen aber werden uns vielleicht ins Klare bringen.

Wie dem nun auch sei, wir wissen, dass es ein oder mehrere Töne sind, die durch ihr Hervortreten aus der ganzen Klangmasse den Vocalklang bedingen, und können uns nun fragen, wie stellen wir es an, einen oder einige solche Töne aus der Klangmasse, deren Ursprung die Vibration unserer Stimmbänder ist, hervortreten zu lassen, d. h. einen Vocal auszusprechen.

Sie haben gewiss oft bemerkt, dass, während man einen Krug oder eine Flasche volllaufen lässt, der Klang, den die einströmende Flüssigkeit hervorruft, nicht derselbe bleibt, sondern um so höher steigt, je voller das Gefäß wird. Es rührt das daher, dass die in demselben enthaltene Luft die Neigung hat, in Schwin-

Digitized by Google

gungen von ganz bestimmter Frequenz zu verfallen (auch eine solche Luftmasse ist eben abgestimmt wie eine Saite) und dass diese Frequenz und damit die Tonhöhe um so mehr steigt, je kleiner die Luftmasse wird.

Etwas Ähnliches leisten wir mit unseren Mundorganen beim Hervorbringen der Vocale.

So wie in jenem Beispiele durch die Luftmasse von bestimmter Ausdehnung und Gestalt, welche noch im Kruge enthalten ist, ein gewisser Ton hervorgehoben, verstärkt wird, so auch durch die in unserer Mund- und Rachenhöhle enthaltene Luft. Wie die Abbildungen der beigegebenen Tafel zeigen, mündet der Kehlkopf *(8)* in die Rachenhöhle *(4* und *3)*, an die sich nach vorne erstens die Mundhöhle und darüber die Nasenhöhle *(12)* anschließt. Durch die Zunge *(10)*, die Lippen, den weichen Gaumen *(2)* und noch andere Weichgebilde kann der Raum, durch welchen die dem Kehlkopf entströmende Luft nach aussen entweicht, in seiner Gestalt mannigfach geändert und dadurch Töne von sehr verschiedener Höhe durch Resonanz verstärkt werden. Ja es ist nicht ausgeschlossen, dass bei der Complicierheit der Gestalt dieser luftgefüllten Höhlen mehr wie ein Ton verstärkt wird.

Sie wissen, dass, wenn man das Ansatzrohr eines Clarinettes verkürzt, der Ton höher wird, geradeso wie der Ton im Kruge höher wurde, weil der luftgefüllte Theil desselben kürzer wurde. Dem Mundstück des Clarinettes entspricht, wie gesagt, der Kehl-

Digitized by Google

kopf, dem Ansatzrohr die Mundhöhle mit ihren Adnexen. Macht man also den Weg vom Kehlkopf bis zu den Lippen lange, so wird ein tiefer Ton verstärkt werden, macht man ihn kurz, so wird dasselbe mit einem höheren Ton der Fall sein. Und wirklich können Sie leicht bemerken, dass beim Aussprechen des durch den tiefsten Ton charakterisierten *U* (siehe die Tafel) die Lippen nach vorne geschoben, fast wie zu einem Kusse gespitzt werden und der Kehlkopf nach abwärts rückt, während das aus hohen Tönen bestehende *I* bei hochstehendem Kehlkopfe mit zurückgezogenen Lippen gesprochen wird. Ja es nimmt noch an Schärfe zu, wenn man die beiden Lippen geradezu an die Zahnreihen anlegt, also das Ansatzrohr so kurz macht, als es möglich ist. An diesen hohen charakteristischen Tönen des *I* und den tiefen des *U* liegt es, dass man *I* leicht hoch, aber schwer tief singen kann, *U* aber leicht auf einen tiefen Ton und schwer auf einen hohen, wie das den Singlehrern wohl bekannt ist.

In den Abbildungen der Tafel, welche dem grundlegenden Werke E. Brücke's[1]) entnommen sind, sieht man die Stellung der Mundtheile bei der Aussprache einiger Vocale; wie Ihnen bekannt ist, gibt es noch eine große Reihe von Übergangsvocalen, für welche unsere Schrift Zeichen hat: *Ü, Ö, Ä* u. s. w. oder auch derselben entbehrt. Es ist z. B. kein Zweifel, dass das

[1]) Grundzüge der Physiologie und der Systematik der Sprachlaute. Wien, 1876.

Digitized by Google

A in *Wahl, Arm* ein anderer Laut ist als das ebenso geschriebene *A* in *Kanne, kahl.*

Die Diphthonge bestehen, wie ihre Schreibweise richtig vermuthen lässt, aus zwei rasch aufeinanderfolgenden Vocalen, oder richtiger gesagt, der Diphthong besteht in dem Übergang von einem Vocal zu einem anderen. Im Dialekt kommen Diphthonge vor, die wir im Hochdeutschen nicht kennen, z. B. *ie, ue* („*Liëzen*" in Steiermark, *Buer* = Bube).

Alle diese Laute werden im Deutschen rein ausgesprochen mit geschlossenen Gaumenklappen. Sie sehen nämlich an den Abbildungen das sogenannte Gaumensegel *(2)*, das, am harten Gaumen hängend, beim Sprechen sich an die hintere Rachenwand anlegt und dadurch den oberen Theil der Rachenhöhle *(3)*, in welche die Nasenhöhle *(12)* mündet, von dem unteren Theil der Rachenhöhle und der Mundhöhle abschließt. Dieses kann aber auch frei in die Rachenhöhle hängen und dadurch der Luft wie den Schallwellen, welche aus dem Kehlkopf kommen, den Weg in die Nasen-Rachen-Höhle öffnen (siehe Fig. *n* der Tafel). Sprechen wir die Vocale mit offener Gaumenklappe, so bekommen sie jenen näselnden Ton, der Ihnen aus dem Französischen bekannt ist und der daher rührt, dass nun nicht nur die Luft in der Mundhöhle, sondern auch die der Nasenhöhle in Mitschwingungen versetzt ist.

Im Deutschen ist es beim Sprechen und Singen schwere Untugend, die Gaumenklappen während der Bildung von Vocalen offen zu lassen, und pflegt meines

Digitized by Google

Wissens außer im Turfjargon noch in Dialekten vorzukommen: *scheangeln* = schielen; *Kean* = Kienspan; *Scheanken* = eine Art Schuhnägel.

An die Vocale schließen sich unter Vermittlung der sogenannten Halbvocale die Consonanten. *M* und *N* sind Halbvocale oder Resonanten. Sie unterscheiden sich von den Vocalen durch den Verschluss der Mundöffnung, haben aber mit diesen gemein, dass sie nur durch Resonanz der Lufträume entstehen, ohne ein charakteristisches Geräusch eigen zu haben, wie die wahren Consonanten. Bei *M* und *N* ist der Luft der Weg durch die Nase geöffnet, durch den Mund versperrt. Mit dem Ton der Stimmritze resoniert im ersten Falle Mund- und Nasenhöhle, erstere bis an die geschlossenen Lippen, beim Sprechen des *N* ist die Mundhöhle schon weiter hinten durch die Zunge abgesperrt, indem sich diese z. B. an die oberen Schneidezähne anlegt. Entsprechend den Variationen in der Lage dieses Verschlusses unterscheidet man verschiedene Arten von *N*.[1])

Die „Zitterlaute", für welche wir nur ein Zeichen in unserer Schrift, nämlich *R* haben, kommen dadurch zustande, dass der Weg durch den Mundkanal an einer Stelle so verengt wird, dass die Luft diese Enge nur unter Vibration des Hindernisses passiert. Dabei ist, sowie bei allen noch zu erwähnenden Consonanten, der Nasenraum durch den weichen Gaumen abgesperrt. Es

---

[1]) Das in der Abbildung dargestellte ist Brückes n^1.

Digitized by Google

sind bei uns zwei *R* üblich. Das eine, das Zungen-*R*, entsteht, indem der ausgeathmete Luftstrom die Zungenspitze gegen die Hinterflächen der oberen Schneidezähne vibrieren läßt. Es ist das *R* der Slaven und Italiener, ist dem Deutschen gewöhnlich schwer auszusprechen, aber wegen seines vollen Klanges und seiner guten Verbindungen mit anderen Lauten dem Sänger und Schauspieler unentbehrlich. Das zweite, das Uvular-*R*, hat seinen Namen, weil es durch das Vibrieren des Zäpfchens (Uvula) des weichen Gaumens gegen den Zungengrund gebildet wird. Es ist das *R* der Provence, welches auch schon in Paris das Zungen-*R* zu vertreiben beginnt, und zugleich das *R* der gewöhnlichen deutschen Sprechweise.

Die *L*-Laute entstehen durch das Geräusch, welches die Luft hervorbringt, indem sie beiderseits zwischen Zunge und Backenzähnen hindurchgepresst wird. Dabei ist der Mundkanal in der Mitte verschlossen.

Eine andere Gruppe von Consonanten trägt den Namen „Reibungsgeräusche“, weil sie auch dadurch entstehen, dass die Luft mit einem hörbaren Geräusch durch eine Enge in der Mundhöhle hindurchströmt, diese Enge ist aber in der Mittelebene des Kopfes gelegen. Die so entstehenden Laute sind *F, S, Ch*. Jeder dieser Laute existiert natürlich wieder in mannigfachen Variationen. Unser *F* wird gebildet durch die Enge zwischen oberen Schneidezähnen und Unterlippe, das *S* zwischen Zähnen und Zungenspitze, das *Ch* zwischen Zungenrücken und Gaumen.

Digitized by Google

Endlich gibt es eine Reihe von Lauten, welche man die Verschlusslaute nennt, da sie Geräusche sind, die dadurch entstehen, dass irgendwo im Mundkanal ein Verschluss hergestellt oder aufgehoben wird. Es sind das *P, T, K* und ihre Verwandten. Analog wie bei den Reibungsgeräuschen ist auch hier die Stelle des Verschlusses bei *P* weit vorne an den Lippen, bei *T* (siehe die Tafel[1]) zwischen Zunge und oberen Schneidezähnen oder dem daranstoßenden Theil des Gaumens, bei *K* (siehe die Tafel[2]) zwischen Zungenrücken oder Gaumen und kommen auch da mannigfache Modificationen vor. Ich erinnere nur an das *Th* der Engländer (in *think*), das ein ganz vorne an den oberen Schneidezähnen gesprochenes *T* ist. Wie man sieht, hat man es in allen diesen Fällen mit Geräuschen, nicht mit Tönen zu thun.

Jeder der eigentlichen Consonanten kann nun in doppelter Weise gesprochen werden; es kann entweder die Luft, welche das Consonantengeräusch hervorruft, bei ihrem Ausströmen auch die Stimmbänder zur Vibration bringen, oder man hat die Stimmritze so stark erweitert und die Stimmbänder so wenig gespannt, dass letztere nicht in Schwingung gerathen. So kann man die *R*- und *L*-Laute mit und ohne den Ton der Stimme sprechen. Aus den Verschlusslauten *P, T, K* wird durch Mittönen der Stimme *B, D, G;* aus den

---

[1]) Die dargestellte Mundstellung gilt für Brückes t^1.
[2]) Die Mundstellung für Brückes k^1.

Digitized by Google

Reibungsgeräuschen *F, S, Ch* wird *W*, das weiche *S* (in Sohn, Singen) und *J*.

Dass es bei den Verschlusslauten gleichgiltig ist, ob der Verschluss hergestellt oder gelöst wird, können Sie ersehen, wenn Sie z. B. das Wort *abmühen* sprechen. Da entsteht das *B* durch das Schließen der Lippen, während es gewöhnlich durch das Öffnen derselben entsteht. Sie sehen dabei auch, dass kein Unterschied der Mundstellungen zwischen *B* und *M* ist als der, dass bei letzterem die Gaumenklappe geöffnet ist. Man fühlt ganz gut dieses Öffnen beim Übergang des *B* zum *M*.

Erwähnen wir noch das *Sch* (siehe die Tafel), das insoferne ein zusammengesetzter Consonant ist, als die Zunge bei seiner Aussprache vorne die Stellung für *S* und mit ihrem rückwärtigen Theile die Stellung für *Ch* einnimmt, so haben wir die gangbaren und wichtigsten Laute erwähnt. Denn die Buchstaben *Z* und *X* entsprechen nicht einem Consonantenlaut, sondern sie sind Zeichen für die Aufeinanderfolge von zweien, indem $Z = T\ S$ und $X = K\ S$. Andererseits ist *Ch* ein einfacher Laut, für den unsere Schrift ein aus zwei Buchstaben bestehendes Zeichen hat; *C* ist entweder ein Zeichen für den Laut *K* oder für die Lautfolge *Z*, *Q* ein Zeichen für die Lautfolge *K W*. Die Griechen hatten auch noch ein Zeichen für die Succession der Consonanten *P S*. *V* ist in der deutschen Sprache ein Zeichen, das sprachlich mit *F* gleichbedeutend ist, in anderen Sprachen vertritt es bekanntlich das *W*; und

Digitized by Google

OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA

Y ist identisch mit einer der Übergangsstufen von *U* zum *I*.

So haben wir denn eine imponierende Mannigfaltigkeit in den Leistungen der menschlichen Stimmwerkzeuge bei Gesang und Sprache verstehen gelernt, Leistungen, die noch mehr in Erstaunen setzen, wenn man bedenkt, mit welch geringen Mitteln die Natur gearbeitet hat. Das musikalische Instrument, das unseren Kehlkopf bildet und dessen Gesang sich mit den Leistungen der besten Tonwerkzeuge aus Menschenhand messen kann, die Sprachorgane, die uns befähigen, Klänge und Laute mit den subtilsten Unterschieden und Variationen hervorzubringen — sie sind nicht einmal selbständige, ausschließlich diesem Zwecke dienende Organe. Der Kehlkopf ist das obere Ende der Luftröhre und die übrigen Sprachorgane bilden das obere Ende unserer Ernährungswerkzeuge. Sie sind beim Athmen, beim Essen vielfach beschäftigt und treiben Gesang und Sprache gleichsam nur nebenbei. Trotzdem welche Meisterschaft!

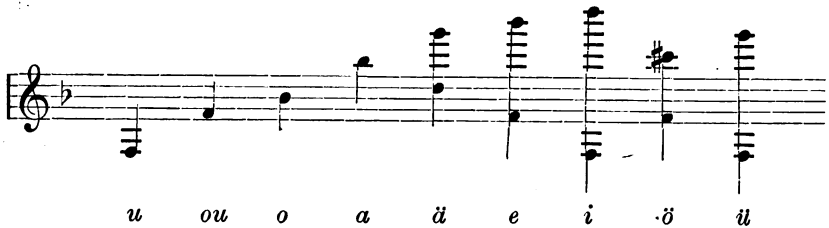
Allerdings ist eines nicht zu unterschätzen, das ist die außerordentliche Feinheit unseres Gehörsvermögens für die kleinsten Unterschiede der Schalleindrücke, wenn wir auf die Wahrnehmung derselben eingeübt sind. Und das sind wir in hohem Grade für alle Successionen von Sprachlauten. Unser ganzes Leben üben wir täglich durch Stunden diese Fertigkeit. So mag es wohl kommen, dass der Unterschied etwa

Digitized by Google

im Geräusche, das zwei Wasserfälle machen, physikalisch genommen viel größer sein kann als der physikalische Unterschied zweier Sprachlaute und wir werden den ersteren übersehen und den letzteren erkennen; kann man sich doch auf die Unterscheidung von Vogelstimmen bis zu einem außerordentlichen Maße einüben, wie viel mehr sind wir wohl eingeübt für die menschliche Stimme.

Wenn wir uns etwa die Wellenzüge, aus denen zwei ähnliche Vocalklänge bestehen, auf ein Tableau fixiert, dem Auge sichtbar machen könnten, so würden wir zweifelsohne lange und mühsam mit Zirkel und Maßstab arbeiten müssen, um zu erfahren, ob zwischen denselben ein Unterschied ist oder nicht, während wir mit dem Ohre sogleich den einen Klang z. B. als *E*, den andern als *Ä* erkennen würden.

Digitized by Google



Die für die verschiedenen Vocale norddeutscher Aussprache charakteristischen Töne. (*ou* bedeutet ein helleres *u*.)

Nach v. Helmholtz.

Digitized by Google

Erklärung der Tafel.

Die Abbildungen von den Mundstellungen einiger Sprachlaute sind Copien aus E. Brückes Physiologie und Systematik der Sprachlaute. Wien, 1876, wobei nur einige Bezeichnungen hinzugefügt wurden. Sie stellen Durchschnitte durch die Mitte der unteren Kopfhälfte dar.

a Mundstellung beim Aussprechen des *A*.

Von *1* bis *2* Gaumensegel. Bei *2* hängt das Zäpfchen in die Rachenhöhle.

3 Oberer Theil der Rachenhöhle.

4 Unterer Theil der Rachenhöhle (Kehlraum).

5 Kehldeckel.

6 Zungenbein.

7 Stimmband.

8 Schildknorpel.

9 Giessbeckenknorpel.

10 Zunge.

11 Oberer Schneidezahn.

12 Nasenhöhle, welche mit *3* communiciert, was auf der Abbildung nicht zu sehen ist.

i Mundstellung bei der Aussprache des *I*.

u und *ü* Dasselbe für die genannten Vocale. Die Lippen sind von den Zähnen abgehoben. Kehlkopf- und Zungenstellung anders als bei *I* und *A*.

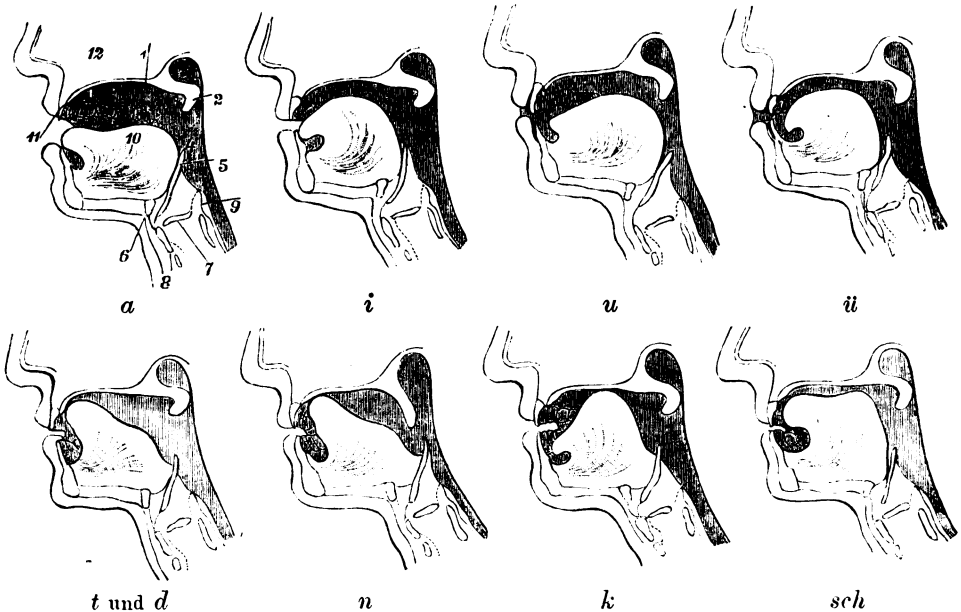
t und *d* Mundstellung für gewisse T-Laute (Brückes t^1 und d^1).

n Mundstellung für ein gewisses *N* (Brückes n^1).

k Mundstellung für ein gewisses *K* (Brückes k^1).

sch Dasselbe für den Doppelconsonant *Sch*.

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

Blattgrün und Blumenblau.

Von

Dr. Hans Molisch,
a. ö. Professor an der technischen Hochschule in Graz.

Vortrag, gehalten den 20. November 1889.

(Mit Demonstrationen.)

Mit vier Abbildungen im Texte.

Digitized by Google

Digitized by Google

I.

Das Blattgrün oder Chlorophyll.

Einer der wichtigsten Fundamentalsätze in der Pflanzenphysiologie lautet: nur die grüne, chlorophyllhältige Pflanze vermag aus rein anorganischen oder mineralischen Stoffen organische zu bereiten.

Wenn irgend etwas die hohe Bedeutung des grünen Farbstoffes der Laubblätter, des Blattgrüns oder Chlorophylls beweisen könnte, so wäre es der eben ausgesprochene, zwar sehr kurze, aber dennoch inhaltsschwere Satz.

Aus der Kohlensäure der Atmosphäre, Wasser und einigen Mineralsalzen bildet die Zelle unter Mitwirkung des grünen Farbstoffes im Sonnenlichte organische Substanz (Zucker, Stärke) und durch Umwandlung dieser entsteht im Stoffwechsel das ganze Heer jener Verbindungen, von welchen sich alle nicht grünen Pflanzen, alle Thiere und der Mensch ernähren. Mithin hängt der Bestand aller Lebewesen im Grunde genommen von der grünen Pflanze ab; verschwände diese aus irgend einer Ursache vom Erdboden, so wäre bei sonst gleich bleibenden Bedingungen der Hungertod aller anderen Wesen die nothwendige Folge.

Digitized by Google

Ich habe absichtlich diese Bemerkungen vorausgeschickt, um den Zuhörer gleich anfangs auf die fundamentale Bedeutung des Blattgrüns für das Reich der Organismen aufmerksam zu machen.

In der That verdient auch kein Farbstoff des Pflanzenreiches, ja man kann noch weiter gehen und sagen, kein Farbstoff überhaupt unser Interesse in so hohem Grade wie gerade das Chlorophyll.

Das Grün unserer Wälder und Wiesen spricht schon für die große Verbreitung des Blattgrüns. Von den niedersten Gewächsen — nur die große Classe der Pilze ausgenommen — bis zu den höchsten Pflanzen aufwärts finden wir den genannten Farbstoff allgemein verbreitet vor. Nur wenige Blütenpflanzen entbehren völlig des Chlorophylls. So die durch ihre parasitische Lebensweise ausgezeichnete Schuppenwurz *(Lathraea Squamaria)*, die im verwesenden Humus vorkommende Orchidee Korallenwurz *(Corallorhiza innata)* und der im tiefen Waldesschatten gedeihende Fichtenspargel *(Monotropa Hypopitys)*. Andere durch ihre bleiche Farbe ausgezeichneten Pflanzen enthalten nur Spuren von Chlorophyll, so z. B. die den Landwirthen so lästigen schmarotzenden Sommerwurz- *(Orobanche)* und Kleeseidearten *(Cuscuta)*, desgleichen *Epipogon Gmelini*.

Manche Pflanzen machen den Eindruck, als ob sie kein Chlorophyll enthielten, und doch sind sie reichlich damit versorgt. Jedermann von Ihnen kennt die Blutbuche. Ihre Blätter erscheinen namentlich im Früh-

Digitized by Google

jahre blutroth, von grünem Farbstoff ist mit freiem Auge oft keine Spur wahrzunehmen. Und doch enthält die Blutbuche gleich der gemeinen Buche reichlich Blattgrün, nur wird dasselbe hier von einem rothen Farbstoff vollkommen verdeckt. Ein gleiches Verhalten zeigen viele Gartenpflanzen, namentlich die in der modernen Teppichgärtnerei vielfach verwendeten rothvioletten und purpurnen *Coleus-*, *Achyranthes-* und *Perilla*-Varietäten. Auch in der untersten Stufe des Gewächsreiches fehlt es an solchen Pflanzen nicht. Die im Meerwasser lebenden Roth- (Florideen) und Braunalgen (Fucaceen) maskieren der herrschenden Lehre gemäß ihren Chlorophyllgehalt gleichfalls durch rothen, beziehungsweise braunen Farbstoff.

Dass die Menge des Chlorophylls in ein und derselben Pflanze je nach den Organen eine verschiedene ist und in den vom Lichte abgeschlossenen Organen (Wurzeln) ganz fehlt, lehrt schon eine oberflächliche Betrachtung. Gewöhnlich aber stellen bei der höheren Pflanze die Laubblätter den Hauptsitz des Chlorophylls dar.

Der grüne Farbstoff erfüllt keineswegs, wie es dem unbewaffneten Auge oft erscheinen möchte, gleichmäßig die Pflanzenorgane. Man kann sich davon leicht überzeugen, wenn man einen genügend durchsichtigen Pflanzentheil, z. B. ein Moosblatt, unter dem Mikroskop betrachtet. Nunmehr erscheint der Farbstoff an kleine grüngefärbte Körnchen, die Chlorophyllkörnchen, gebunden, die in der farblosen Zellsubstanz eingebettet

Digitized by Google

sind. (Fig. 1, *A*) Ein solches Chlorophyllkorn besteht nicht bloß aus Farbstoff, sondern aus diesem und einem Klümpchen jener merkwürdigen, Protoplasma genannten Substanz, die den wesentlichen Bestandtheil jeder lebenden Zelle ausmacht und in der sich alle Vorgänge des Lebens abspielen. Ein Chlorophyllkorn ist also ein Stück geformtes, von Blattgrün durchdrungenes Protoplasma.

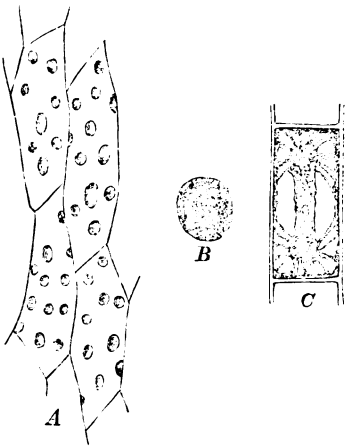


Fig. 1.

A Vier Zellen aus einem Moosblatt mit Chlorophyllkörnern.
B Ein Chlorophyllkorn stark vergrössert mit hell erscheinenden Stärkekörnchen.
C Zelle der Alge *Zygnema* mit sternförmigen Chlorophyllkörpern, die durch eine farblose Plasmabrücke verbunden sind.

Wenn der Chemiker von Chlorophyll spricht, meint er den Farbstoff allein, während der Botaniker unter Chlorophyll kurzweg häufig die Chlorophyllkörner begreift.

In der Form, wie das Blattgrün im Moosblatte auftritt, kommt es in den meisten Pflanzenorganen vor. Das Vorkommen in Körnern oder Scheibchen ist somit der gewöhnliche Fall.

Bei den niedersten grünen Pflanzen, den Algen, nehmen jedoch die Chlorophyllkörper die verschieden-

Digitized by Google

sten, für die betreffenden Gattungen höchst charakteristischen Formen an.

Die Gattung *Spirogyra* beispielsweise, die in unseren nicht allzu kalkreichen Wassertümpeln zu den häufigen Algen gehört, besitzt schraubig gewundene, die ihr verwandte Gattung *Zygnema* sternförmige (Fig. 1, *C*), *Syrogonium* perlschnurartige, *Sphaeroplea* ringförmige und *Mesocarpus* brettartige Chlorophyllkörper. Damit ist die Mannigfaltigkeit der Formen keineswegs erschöpft, uns genügt es jedoch, die bekanntesten Formen der Chlorophyllkörper genannt zu haben.

Das Blattgrün besitzt einige sehr merkwürdige Eigenschaften. Um diese kennen zu lernen, müssen wir uns den Farbstoff in Form einer Lösung darstellen. Am einfachsten geschieht dies in folgender Weise. Wir nehmen frisches Gras und kochen dasselbe in reinem Wasser aus. Hiebei geht das Chlorophyll nicht in Lösung. Sodann legen wir das gekochte und vom Wasser abgepresste Gras in heißen Alkohol oder Weingeist. Nunmehr löst sich der Farbstoff zusehends, er steigt in grünen Wolken auf und kurz nachher erhält man eine klare, smaragdgrüne Flüssigkeit. Diese Farbe ist der Lösung aber nur im durchfallenden Lichte betrachtet eigen, in auffallendem Licht erscheint sie hingegen blutroth. Wir sagen, das Chlorophyll fluoresciert in rother Farbe.

Eine andere merkwürdige Eigenschaft des Chlorophylls besteht darin, gewisse Strahlen des Sonnenlichtes zu verlöschen oder zu absorbieren. Bekanntlich

Digitized by Google

besteht das weiße Sonnenlicht aus einem Gemisch verschiedener Strahlen, die uns in verschiedener Farbe erscheinen. Tritt ein leuchtender Sonnenstrahl durch die Spalte eines Fensterladens in ein dunkles Zimmer und hier durch ein dreikantiges aufrechtes Glasprisma, so wird der Lichtstrahl von seiner Richtung abgelenkt und gleichzeitig in seine Bestandtheile aufgelöst, d. h. anstatt eines weißen Streifens an der Hinterwand des Zimmers tritt ein Farbenband — Spectrum genannt — auf, in welchem die Regenbogenfarben: roth, orange, gelb, grün, blau und violett so aufeinanderfolgen, dass Roth am wenigsten, Violett aber am stärksten abgelenkt erscheint. Wenn man nun das aus dem Prisma kommende zerlegte Licht durch eine Chlorophyllösung durchgehen lässt und dann das Spectrum auffängt, so gewahrt man an bestimmten Stellen desselben schwarze oder dunkle Streifen, die sogenannten Absorptionsstreifen des Chlorophyllspectrums. Zahl und Intensität dieser dunklen Bänder hängen von der Concentration der Chlorophyllösung ab. Bei mäßig concentrierter Lösung erscheinen, wie dies die nachstehende Figur 2 versinnlicht, sieben, bei fortschreitender Verdünnung verschwinden endlich nach und nach alle Streifen; derjenige, welcher im Roth liegt, bleibt jedoch noch dann sichtbar, wenn die Lösung bereits so verdünnt wurde, dass sie ihre grüne Farbe bereits eingebüßt hat. Die Stellung der schwarzen Streifen im Spectrum ist eine so gesetzmäßige, dass man sie als Prüfstein auf Blattgrün verwerten kann.

Digitized by Google

In feuchten Wäldern trifft man nicht selten grünfaules Holz, das von einem grünen Pilz — der *Peziza aeruginosa* — ganz durchsetzt wird. Bei einer genaueren Prüfung des Farbstoffes auf Fluorescenz und Absorptionsspectrum würde man alsbald erkennen, dass derselbe mit Chlorophyll gar nichts zu thun hat.

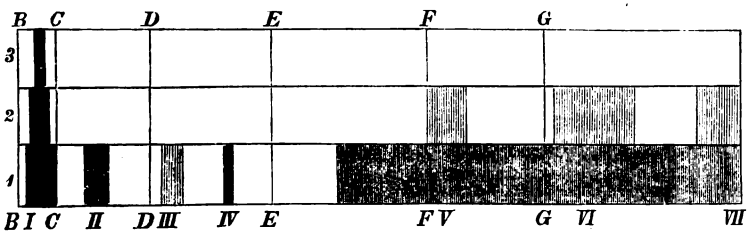


Fig. 2. Spectra alkoholischer Chlorophyllösungen.

1 Spectrum einer intensiv grünen, *2* einer mässig verdünnten, *3* einer ausserordentlich verdünnten Lösung. *B—G* Frauenhofer'sche Linien. *I—VII* Absorptionsstreifen. (Nach Wiesner.)

Vor längerer Zeit wurde bereits constatiert, dass das Blattgrün in der Pflanze immer von einem gelben Farbstoff, dem Xanthophyll oder Etiolin, begleitet erscheint, der sich durch ein sehr einfaches Verfahren vom Chlorophyll abtrennen und so zur Anschauung bringen lässt. Wenn man nämlich eine weingeistige Chlorophyllösung in einer Röhre mit Benzol schüttelt und dann einige Zeit ruhig hinstellt, so geht alles Chlorophyll in die oben sich ansammelnde Benzolschichte, das früher unsichtbare gelbe Etiolin hingegen verbleibt im Weingeist. Ob das Blattgrün noch andere

Digitized by Google

Farbstoffe constant begleiten, wissen wir derzeit nicht mit Sicherheit anzugeben. Desgleichen weiß man über die chemische Zusammensetzung des Blattgrüns nur sehr wenig, da es bisher nicht gelingen wollte, dasselbe in reiner Form darzustellen.

Nachdem wir nun das Chlorophyll in seinen wichtigsten Eigenschaften kennen gelernt, wollen wir zu den Bedingungen seiner Entstehung übergehen.

Zum Ergrünen der Pflanzen ist fast bei allen Pflanzen Licht unbedingt nothwendig. Kartoffelknollen, die im finstern Keller austreiben, entwickeln auffallend lange bleiche Triebe mit abnorm kleinen gelben Blättern. Dasselbe Verhalten zeigen im Finstern gezogene Keimlinge der Bohne und anderer Blütenpflanzen, denn auch sie bieten bei Ausschluss von Licht jenes durch Überverlängerung der Triebe, Kleinheit der Blätter und Gelbfärbung ausgezeichnete Aussehen dar, das man als Etiolement oder Vergeilung bezeichnet.

Eine, vielleicht die einzige Ausnahme in dieser Beziehung bilden die Keimlinge der Nadelhölzer. Säet man die Samen der Fichte oder Föhre unter günstigen Wachsthumsbedingungen an und lässt man dieselben bei vollkommenem Lichtabschluss keimen, so erhält man intensiv grüne Pflänzchen, deren Farbstoff alle Eigenthümlichkeiten des Chlorophylls aufweist. In dem voreiligen Streben, rasch zu verallgemeinern, hat man das Vermögen, in tiefster Finsternis zu ergrünen, bis vor kurzem allen Keimlingen der Nadelhölzer zugeschrieben, genaue Untersuchungen haben aber auch

Digitized by Google

hier eine Ausnahme kennen gelehrt. In unseren Parkanlagen wird jetzt häufig ein aus Japan stammender Baum gezogen: *Gingko biloba,* auch *Salisburya adiantifolia* benannt, der durch seine fächerartige Blattform und seine gelbe, gewissen Pflaumen ähnliche Frucht nicht im mindesten an die Nadelhölzer erinnert. Die Botaniker rechnen ihn zwar übereinstimmend hieher, allein der merkwürdige Japanese nimmt in vielfacher Beziehung unter den Coniferen entschieden eine Ausnahmsstellung ein, unter anderm auch darin, dass seine Keimlinge im Finstern niemals ergrünen.

Die Pflanzen bilden nicht nur im Sonnenlichte, sondern auch in anderen künstlichen Lichtquellen Chlorophyll, so im Scheine einer Kerzen-, Petroleum-, Leuchtgasflamme, desgleichen im Strahle des elektrischen Bogenlichtes. Und es ist gar nicht viel Licht nothwendig. Wiesner hat durch gründliche Versuche gezeigt, dass die meisten Keimpflänzchen bereits bei einer Lichtintensität, in welcher grober Druck eben noch lesbar war, tief ergrünen. Vielleicht wird es manchen Wunder nehmen, dass so verschiedene Lichtquellen Ergrünen hervorzurufen vermögen, allein die Sache wird leicht begreiflich, wenn man hinzufügt, dass eben jene Strahlen, welchen das Maximum chlorophyllerzeugender Kraft zukommt, in den genannten künstlichen Lichtquellen ebenso vorhanden sind wie im Lichte der Sonne.

Welche Strahlen des Sonnenspectrums sind es nun, die das Ergrünen hervorrufen?

Digitized by Google

Diese Frage zu beantworten, bedienen wir uns Lichtes von bestimmter Brechbarkeit oder Farbe, und dieses erhalten wir, indem wir Sonnenlicht durch bestimmte Flüssigkeiten leiten. Eine dunkelblaue Lösung von Kupferoxydammoniak lässt, da sie alles Roth, Gelb und einen Theil des Grün absorbiert, nur Blau und Violett durch, während eine unserm Auge rothgelb erscheinende Lösung von doppelchromsaurem Kali gerade den Theil des Spectrums durchtreten lässt, der von der blauen Lösung verschluckt wird. Wir füllen nun doppelwandige Glasglocken — die sogenannten Senebier'schen Glocken — mit den beiden Flüssigkeiten und bedecken damit kleine Blumentöpfe, in denen Kressesamen angesäet wurden. Läuft der Versuch in matt erleuchtetem Zimmer und bei günstiger Temperatur ab, so lässt sich in den nächsten Tagen feststellen, dass zwar alle Keimlinge ergrünen, die in der gelben Glocke aber bedeutend früher als die in der blauen. Genauere, namentlich von Wiesner herrührende Versuche haben gezeigt, dass allen leuchtenden Strahlen chlorophyllerzeugende Kraft zukommt, die größte aber denen, die auf unsere Netzhaut den größten Reiz ausüben, nämlich den gelben.[1])

[1]) Bei dieser Gelegenheit sei bemerkt, dass die verschiedenen Strahlen des Spectrums auch auf Menschen und Thiere von auffallendem Einfluss sind. Goethe hebt bereits in seiner Farbenlehre die Beziehungen zwischen Farben und bestimmten Gemüthserregungen hervor. Nach Versuchen von Ponza an Geisteskranken wirkt Blau beruhigend, Roth er-

Digitized by Google

Auch die Wärme spielt beim Ergrünen der Pflanzen eine wichtige Rolle. Im allgemeinen ist zur Chlorophyllbildung eine höhere Temperatur erforderlich als zum Wachsthum. So ergrünen beispielsweise nach Böhm Keimlinge der Pinie bei 6—8° Reaumur nicht, und nach Sachs findet Ergrünen bei jenen Temperaturen, bei welchen das Wachsthum eben anhebt, überhaupt nicht statt.

Im Jahre 1857 entdeckte der Franzose E. Gris die merkwürdige Thatsache, dass zum Ergrünen einer Pflanze Eisen unumgänglich nothwendig sei. Eine Pflanze, die in einer eisenfreien Nährlösung gezogen wird, bildet keine grünen, sondern weiße Blätter aus, sie wird, wie man zu sagen pflegt, chlorotisch.

Die Chlorose oder Bleichsucht kann nun ebenso wie beim Menschen dadurch geheilt werden, dass man der Pflanze eine Spur eines Eisensalzes durch die Wurzeln oder durch die Blätter zuführt. Bestreicht man ein chlorotisches Blatt mit einer Spur eines verdünnten Eisensalzes (Eisenchlorid oder Eisenvitriol), so stellt sich an der betreffenden Stelle und auch in

---

regend. Einen höchst merkwürdigen Einfluss bestimmter Farben konnte man bei Froschlarven beobachten. Nach Versuchen von Schenk (Mittheilungen des embryologischen Institutes in Wien, 1888, Heft 4) bewegen sich Kaulquappen, die unter der Einwirkung des rothen Lichtes sich entwickeln, ausserordentlich lebhaft, während die im blauen Lichte befindlichen jede Bewegung vermissen liessen, so zwar, dass man sich von ihrem Leben erst durch die Bewegung des Blutes im Schwanztheile überzeugen konnte.

Digitized by Google

der Umgebung schon nach zwei bis drei Tagen deutliches Ergrünen ein. Es besteht demnach eine ähnliche Beziehung zwischen Eisen und Blattgrün wie zwischen Eisen und Blutfarbstoff.

Sowie das Licht die Entstehung des Chlorophylls bedingt, so kann dasselbe, sobald seine Stärke ein gewisses Maß überschreitet, auch zur Ursache seiner Zerstörung werden. Man kann sich davon leicht überzeugen, wenn man eine im tiefen Waldesschatten wachsende Pflanze plötzlich dem directen Sonnenlichte aussetzt. Gewisse intensiv grüne Farnkräuter werden unter diesen Umständen bald ganz bleichgrün.

Wir verdanken über die Zerstörung des Chlorophylls, sowie über die Schutzeinrichtungen desselben gegen allzu grelle Beleuchtung namentlich Wiesner ausgedehnte Untersuchungen, die hier ganz kurz angedeutet sein mögen.

Chlorophyllösungen, die ans directe Sonnenlicht gestellt werden, verfärben sich um so rascher, je verdünnter und je sauerstoffreicher die Lösung ist. In jungen, eben aus den Knospen ausbrechenden Blättern existieren nun ganz verdünnte Chlorophyllösungen, und daher sehen wir denn auch die Blättchen entweder durch ihre Lage oder durch dichte, als Sonnenschirm wirkende Haarfilze gegen zu starkes Licht geschützt. Die austreibenden Blätter der Silberpappel, der Platane, des Huflattichs und vieler anderen Gewächse führen oberseits derlei Haarpelze, die wieder, sobald die Chlorophyllkörner unter der Schattendecke ihre

Digitized by Google

Lösungen genügend concentrierten, als überflüssig abgeworfen werden.

Manche Blätter vertragen zeitlebens allzu starkes Sonnenlicht nicht und führen, um sich davor zu schützen, bestimmte Bewegungen aus. So stellt unsere falsche Akazie *(Robinia Pseudacacia)* zur Mittagszeit, wenn die Sonne ihren höchsten Punkt erreicht hat, ihre paarig angeordneten Fiederblättchen im großen und ganzen zum einfallenden Lichte, die Blättchen stehen dann nahezu aufrecht und berühren sich mit den Oberseiten. Während dieser Lage kann selbstverständlich das Licht, da es an der Blattoberfläche vorbeieilt, nur zum geringsten Theile in das Blattinnere einstrahlen. Würde man die Robinienblättchen etwa durch Fixierung in der horizontalen Lage daran hindern, ihre Bewegungen auszuführen, und sie hiedurch dem grellen Mittagslichte aussetzen, so würden dieselben binnen wenigen Tagen gelb werden und schließlich absterben.

Aber nicht nur das Blatt als solches, sondern die einzelnen Chlorophyllkörper selbst vermögen ihre Form und ihre Stellung, wie Böhm zuerst an *Sedum*-arten fand, zu verändern. Die Chlorophyllbänder der Alge *Mesocarpus* stellen ihre Fläche bei mäßiger Beleuchtung senkrecht gegen das einfallende Licht (Flächenstellung), bei steigender Lichtintensität dagegen drehen sie ihr Band um 90^0, so dass nur mehr eine Kante der Lichtquelle zusieht (Profilstellung). Die halbkugeligen, scheibenförmigen und anders gestalteten Chlorophyllkörper streben gleichfalls durch Gleit-

Digitized by Google

bewegungen längs der Zellwand gegenüber mäßigem Lichte Flächenstellung, bei greller Beleuchtung Profilstellung an. (Fig. 3 und 4.) Im ersteren Falle suchen sie, um möglichst viel Licht aufzufangen, die senkrecht zum Lichteinfall liegenden Zellwände auf, im letzteren dagegen die zu demselben parallelen.

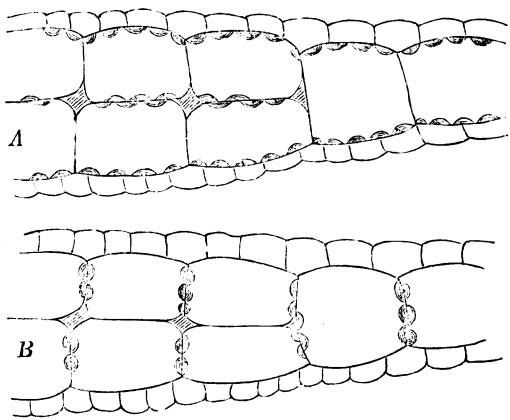


Fig. 3. Querschnitt durch das Laub der Wasserlinse *(Lemna trisulca)*.

Das Licht fällt von oben, parallel zur Papierfläche ein. *A* Anordnung der Chlorophyllkörner im diffusen (schwachen) Licht: Flächenstellung. *B* Anordnung der Chlorophyllkörner im intensiven Licht: Profilstellung. (Nach Stahl.)

Soviel über die Eigenschaften des Chlorophylls und nun zu seinen Leistungen.

Im Chlorophyllkorn vollzieht sich einer der merkwürdigsten chemischen Processe, nämlich die Erzeugung

Digitized by Google

organischer Substanz aus unorganischer. Bereits in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts haben Pristley, Senebier, Ingenhouss und später in wahrhaft exacter Weise de Saussure die Thatsache festgestellt, dass grüne, und zwar nur grüne, d. h. chlorophyllhaltige Pflanzen im Sonnenlichte bei Gegenwart von Kohlensäure Sauerstoff entbinden. Am leichtesten kann man diesen Vorgang an Wasserpflanzen beobachten, die man

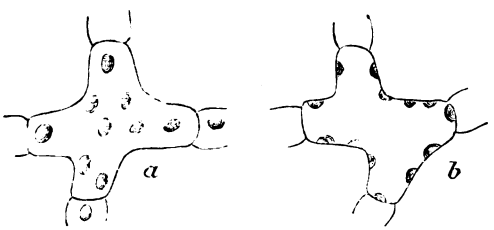


Fig. 4. Zellen aus dem Blatte des Sauerklees.

Das Licht fällt senkrecht zur Papierfläche ein. *a* Flächenstellung der Chlorophyllkörner im diffusen Licht. *b* Profilstellung nach kurzer Besonnung. (Nach Stahl.)

in einer mit kohlensäurehältigem Wasser gefüllten und oben verschlossenen Glasröhre dem directen Sonnenlicht aussetzt. Es treten dann nach kurzer Zeit, besonders an Bruch- oder Schnittstellen der Stengel Gasblasen auf, die langsam emporsteigen und sich oben in der Röhre ansammeln. Das sich anhäufende Gas zeigt alle Eigenschaften des Sauerstoffs, vermag beispielsweise einen glühenden Span sofort zu entflammen. Sowie die Pflanzen verfinstert werden, hört der Gasstrom sogleich auf, um bei erneuter Beleuchtung wieder zu erscheinen.

Digitized by Google

Ist alle Kohlensäure vom Chlorophyll zerlegt worden, dann steht die Gasabscheidung selbst bei günstigster Beleuchtung stille. War ursprünglich im Wasser ein bestimmtes Volum Kohlensäure gelöst, so entsteht daraus während ihrer Zerlegung genau das gleiche Volum Sauerstoff.

Nicht grüne Organe und Pflanzentheile, wie z. B. Wurzeln, blaue und gelbe Blüten oder Pilze vermögen Kohlensäure unter keiner Bedingung zu zerlegen, ja durch genauere Versuche, auf die ich hier nicht näher eingehen kann, ist sogar gezeigt worden, dass in einer chlorophyllhältigen Zelle nicht das ganze Plasma, sondern nur der grüngefärbte Theil, also nur die Chlorophyllkörper mit kohlensäurezerlegender Kraft begabt sind — mit anderen Worten: das Chlorophyllkorn ist das Organ der Kohlensäureassimilation oder der Erzeugung der organischen Substanz. Von einer grünen Wiese oder einem Walde werden tausende Liter Kohlensäure zerlegt und dafür ebensoviel Sauerstoff entbunden, ein Wald kann demnach mit einer ausgedehnten Fabrik von Sauerstoff und Kohlenstoffverbindungen verglichen werden.

Man sollte nun meinen, dass, da von der grünen Pflanze beständig Kohlensäure vernichtet und Sauerstoff daraus bereitet wird, die Zusammensetzung der atmosphärischen Luft sich fortwährend ändere. Dem ist aber nicht so, da neben der Kohlenstoffassimilation in jeder Pflanze, gleichgiltig ob grün oder nicht grün, sowohl im Lichte als im Finstern noch ein anderer Vor-

Digitized by Google

gang, die Athmung, statthat, bei welcher bekanntlich fortwährend Sauerstoff aufgenommen und Kohlensäure abgegeben wird, also genau der entgegengesetzte Gaswechsel platzgreift wie bei der Kohlenstoffassimilation.

Über die Frage, welchen Strahlen die größte Leistung bei der Kohlensäurezerlegung im Chlorophyllkorne zufällt, sind die Meinungen bis auf den heutigen Tag noch getheilt. In dem einen Punkte, dass allen leuchtenden Strahlen des Sonnenspectrums die Fähigkeit hiezu innewohnt, herrscht wohl Einigkeit, bezüglich eines andern Punktes, nämlich welchen Strahlen das Maximum der Leistung zukomme, widersprechen sich derzeit noch die Versuche. Die einen sagen, die gelben und die diesen benachbarten Theile des Spectrums besitzen die größte kohlensäurezerlegende Kraft, die anderen aber — und diese dürften wahrscheinlich Recht behalten — behaupten die rothen. Was entsteht nun aus der Kohlensäure und dem Wasser während der Beleuchtung im Chlorophyllkorn?

Wenn man grüne Pflanzentheile zuerst einige Tage im Finstern belässt, wodurch die Chlorophyllkörper zumeist vollständig stärkefrei werden, und sodann ins directe Sonnenlicht bringt, so kann man bei genauer von Zeit zu Zeit vorgenommener Prüfung unterm Mikroskop deutlich wahrnehmen, dass in den Chlorophyllkörpern kleine, stark lichtbrechende Körnchen entstehen (Fig. 1, *B*), welche nach ihrem ganzen Verhalten namentlich auf Grund ihrer Blaufärbung mit Jod als Stärkekörnchen zu betrachten sind. Das

Digitized by Google

Auftreten von Stärke lässt sich bei manchen Gewächsen schon nach kurz andauernder Beleuchtung, bei der Alge *Spirogyra* schon nach wenigen Minuten beobachten.

Die Stärke entsteht nur in den Chlorophyllkörpern und nur in denen, welche vom Lichte getroffen werden. Ein grünes, dem directen Sonnenlichte längere Zeit ausgesetztes Blatt, an dem bestimmte Theile z. B. in Form von Buchstaben mit schwarzem Sammt oder Stanniol bedeckt wurden, färbt sich nach Behandlung mit Kali und Essigsäure beim Eintauchen in eine Jodlösung nach und nach nur an den beleuchtet gewesenen Stellen schwarzblau, da sich nur hier Stärke gebildet hat.

Das erste sichtbare, chemisch nachweisbare Product der Kohlensäureassimilation ist demnach die Stärke. Wie sich der ganze Vorgang abspielt und welche Substanzen zuvor aus der Kohlensäure entstehen mögen, bis es zur Stärkebildung kommt, wissen wir derzeit nicht genau, wohl aber können wir namentlich mit Rücksicht auf gewisse Beobachtungen Böhms annehmen, dass der nächste Vorläufer der Stärke Zucker ist. Wenn nämlich Zucker aus irgend einem Theile der Pflanze in ein grünes verdunkeltes Blatt wandert, so wird dieser in den Chlorophyllkörnern in Form von Stärke niedergeschlagen, und dasselbe geschieht, wie Böhm zuerst gezeigt, wenn man entstärkte Blätter im Finstern auf Zuckerwasser (20%) legt. Solche Blätter nehmen aus der Lösung Zucker auf und führen denselben im Chlorophyll massenhaft

Digitized by Google

in Stärke über. Es folgt selbstverständlich noch nicht mit Sicherheit aus dieser Thatsache, dass auch bei der Kohlensäureassimilation die Stärke aus dem Zucker entsteht, immerhin wird dies aber auf Grund der Böhm'schen Versuche sehr wahrscheinlich.

II.

Blumenblau oder Anthokyan.

Neben dem Chlorophyll und seinem ständigen gelben Begleiter, dem Xanthophyll, zählt wohl das Blumenblau oder Anthokyan zu den weitverbreitetsten Pflanzenstoffen.

Wenn auch nicht von jener tief einschneidenden Bedeutung wie das Blattgrün — diese ist eben einzig in ihrer Art — so verdient dieser eigenthümliche Farbstoff, ganz abgesehen von seinen derzeit uns nahezu noch ganz unbekannten Leistungen in der Pflanze, schon deshalb unsere Aufmerksamkeit, weil er uns in der Natur auf Schritt und Tritt begegnet und in die Grundfarbe der Vegetation, in das Grün, jene bunte Mannigfaltigkeit und Farbenpracht hineinbringt, die Herz und Auge erfreut. Verdanken doch fast alle blauen, violetten und rothen Blüten, die blauen Glockenblumen und Enziane ebenso wie die violetten Veilchen und Salbeiarten bis zu den scharlachrothen Mohnblumen ihre Farben dem Anthokyan. Und auch die rothe Farbe des austreibenden Laubes bei zahlreichen Holzgewächsen und Kräutern wird,

Digitized by Google

gleichwie die beim nahenden Herbst sich einstellende Rothfärbung des Laubes, durch denselben rothen Farbstoff bedingt.

Manche Eichen- und Ahornarten, der Zwetschken-, der Götterbaum, die Rose, gewisse Varietäten der Weinrebe, die Blutbuche erzeugen im Frühlinge rothes Laub, ergrünen aber später wieder. Andere nehmen die Rothfärbung erst im Herbste, wenige Tage oder Wochen vor dem Laubfall an, so der wilde Wein, der Essigbaum und die Blutcornellkirsche. Die Mahonie, der Epheu und gewisse Hauswurzarten werden, sobald es kalt wird, roth, im kommenden Frühling, beim Eintritt warmer Witterung, aber wieder grün.

Pflanzen, welche in Laub oder Blüten Anthokyan führen, entwickeln solches auch gerne in Früchten, wofür die Zwetschke, die Rose, der Weinstock, die Brombeere und die Tollkirsche gute Beispiele bieten.

Ich wüsste kein Organ der Pflanze zu nennen, welches nicht rothen oder blauen Farbstoff führen könnte, denn auch Blütenstaub (Eibisch, Nelken), Staubgefäße, beleuchtete Weidenwurzeln, ja selbst unterirdische, im Finstern befindliche Theile erzeugen mitunter Anthokyan, wie die blaue und rothe Kartoffel beweisen.

Die Eignung, rothen Farbstoff zu bilden, tritt zuweilen von selbst auf: unter tausenden von grünen Sprossen oder Individuen tauchen aus ganz unbekannten Ursachen solche mit rothen Blättern auf. Auf dem Wege der ungeschlechtlichen Vermehrung entweder durch Stecklinge oder durch Veredlung, ja auch durch

Digitized by Google

Kreuzung kann dann diese Neigung zum Rothwerden fixiert und im hohen Grade gesteigert werden. Unsere Blutbuche, die jetzt durch alle Gauen Deutschlands, Frankreichs und Österreichs in Parkanlagen verbreitet ist, soll von einem Baume in der Nähe von Sondershausen in Thüringen stammen, der, zum Unterschiede seiner grünen Genossen, rothes Laub entwickelte. Wir besitzen bereits von unseren meisten gewöhnlichen Laubhölzern solche mit rothen Blättern, die wohl zumeist in den Baumschulen, wo die Neigung zur Variation unter den üppigen Culturbedingungen bekanntlich sehr geweckt wird, entstanden sein dürfte.

Wie weit es die Gärtner in der Heranzüchtung gewisser Eigenschaften, unter anderm in der Ausbildung des rothen Farbstoffes und der damit im Zusammenhange stehenden Buntblättrigkeit gebracht, beweist das Heer von sogenannten Teppichpflanzen, allen voran die bereits nach hunderten zählenden Varietäten der Gattung *Coleus*, ferner die von *Achyranthes*, *Amarantus*, *Atriplex* und *Perilla*. Es gibt bereits *Coleus*, welche von Anthokyan derart strotzen, dass sie beinahe schwarz erscheinen. Solchen Blättern möchte man ihren Chlorophyllgehalt gar nicht ansehen. Wenn man aber einen Querschnitt des Blattes unterm Mikroskop betrachtet, so sieht man, dass derselbe gar nicht so gering ist, dass er aber dem freien Auge deshalb entgeht, weil er durch anthokyanreiche Zellen vollständig gedeckt wird.

Innerhalb eines Pflanzentheiles, z. B. eines Blattes,

Digitized by Google

kann nun die Vertheilung des rothen Farbstoffes eine verschiedene sein. In der Regel liegt das Anthokyan an der Oberfläche des Organs, sein häufigster Sitz ist die Oberhaut, mehr im Innern liegt das Blattgrün. Doch können auch in ein und derselben Zelle beide Farbstoffe vorkommen, aber auch hier räumlich getrennt, da das Blattgrün stets ans Plasma, das Anthokyan an den Zellsaft gebunden erscheint.

Das Anthokyan kann man aus den meisten rothen oder blauen Pflanzentheilen gewinnen, am einfachsten in der Weise, dass man einige mehr aus dem Innern stammende Blätter eines Rothkrautkopfes kocht. Der Farbstoff geht rasch in Lösung. Mit derselben machen wir nun gleich einige einfache Versuche. Wir fügen zu einer kleinen Probe der violetten Anthokyanlösung eine Spur einer sauren Substanz, etwa Essigsäure — sofort ändert sich die Farbe von Violett in Roth. Fügen wir zu der rothen Lösung allmählich ganz wenig eines alkalischen Stoffes hinzu, etwa Salmiak (Ammoniak), so treten nacheinander die Farben Blau, Grün und schließlich Gelb auf. Durch Hinzufügen einer Säure kann das ursprüngliche Roth wieder hergestellt werden. Alle diese Farbentöne nimmt das Blumenblau, je nachdem es sich in saurer, neutraler oder alkalischer Lösung befindet, auch innerhalb der Pflanze an, ja es gibt Blüten, die beim Aufblühen in rother, dann in violetter und beim Abblühen in blauer Farbe erscheinen, einfach deshalb, weil die anfangs säurereiche Blüte nach und nach ihren Säuregehalt einbüßt (Lungenkraut).

Digitized by Google

Wir wollen nun die gemachten Erfahrungen dazu benützen, um die bisher nur im Proberöhrchen durchgeführten Versuche auf ganze Blüten anzuwenden. Ich nehme hier die blauen Vergissmeinnicht und blase Tabakrauch darauf. Ihr Blau verschwindet und nun erscheinen sie grün. Im Tabakqualm befindet sich nämlich eine alkalische Substanz, das kohlensaure Ammoniak, und dieses ändert, weil es in die Blumen eindringt, die Farbe in Grün. Noch viel auffallender wird das Experiment, wenn man Märzveilchen unter eine Glasglocke bringt und hier etwas Salmiak verdampfen lässt. Schon nach ein paar Minuten färben sich die Veilchen grün, dagegen roth, wofern man anstatt des Salmiaks Salzsäure nimmt. Solche Versuche können selbstverständlich mit gleichem Erfolge auch mit anderen Blumen, ja auch mit ganzen Blumensträußen ausgeführt werden, der Effect ist im letzteren Falle ein ganz besonders überraschender.

Vielleicht interessiert hier an diesem Orte auch die Bemerkung, dass die Gärtner von dem eben geschilderten Versuche auch praktischen Gebrauch machen, indem sie die violetten, immortellenartigen Blüten des im großen Maßstabe cultivierten *Xeranthemum annuum* und die „gefüllten" Blüthen der Gartenaster durch Eintauchen in verdünnte Salzsäure lebhaft roth färben und dann für Kränze verwerten.

Über die Natur des rothen Farbstoffs herrschen derzeit noch berechtigte Zweifel. Es ist jedoch in hohem Grade wahrscheinlich, dass das Anthokyan aus

Digitized by Google

einem farblosen Gerbstoff oder aus einem mit Gerbstoff verwandten Körper entsteht, ja vielleicht ein Gerbstoff[1]) selbst ist. Als Begründer und Hauptvertreter dieser Ansicht gilt A. Wigand, und es kann nicht geleugnet werden, dass es dem genannten Botaniker gelang, seine Ansicht durch eine Reihe von wertvollen Thatsachen zu stützen. Vor allem erscheint es doch höchst auffallend, dass jene Zellen, welche Anthokyan enthalten, gleichzeitig oder schon vorher Gerbstoff führen, und dass das Vorkommen und die Vertheilung des Gerbstoffes diesbezüglich mit dem rothen Farbstoff eine so auffallende Ähnlichkeit aufweist. Diese Ähnlichkeit geht aber noch weiter. Es zeigt nämlich das Anthokyan gegenüber Eisensalzen dasselbe Verhalten wie der Gerbstoff, und zwar färbt sich das Anthokyan blau, grün oder grau, je nachdem der betreffende begleitende Gerbstoff dieselbe Eigenschaft zeigt.

Bei vielen Pflanzen bildet sich der rothe Farbstoff nur im Lichte, bei anderen unabhängig davon. Die Eigenthümlichkeit der Äpfel, Birnen, Pfirsiche und Aprikosen, sich an der Südseite roth zu färben, hängt mit der Beleuchtung auf das innigste zusammen. Viele Zweige färben sich nur oder vorzugsweise an der beleuchteten Seite. Man kann gewisse Pflanzen, z. B.

[1]) Mit diesem Ausdrucke bezeichnet der Chemiker nicht einen bestimmten Körper, sondern eine ganze, namentlich durch ihr Verhalten zu Eisensalzen ausgezeichnete Gruppe von Stoffen.

Digitized by Google

Tradescantia zebrina, Perilla nankinensis und manche Unkräuter mit rothem oder schwachrothem grünen Laub ziehen, je nachdem man sie im intensiven Sonnenlicht oder im Schatten cultiviert.

Hingegen entwickeln nicht wenige Gewächse, z. B. Keimlinge der Rübe, des Ackersenfs, der Feuerbohne, des Buchweizens, des bekannten Canariengrases *(Phalaris canariensis)* und des *Amarantus melancholicus,* wie ich mich überzeugte, selbst in tiefster Finsterniss Anthokyan. Abgesehen vom Lichte, begünstigen noch andere Ursachen die Farbstoffbildung. Ich erinnere daran, dass sich gegen den Herbst und den Winter zu der Liguster, der Epheu, die Mahonie, die fette Henne, die Hauswurz, der stinkende Storchschnabel und der Thymian auffallend roth färben — infolge niederer Temperatur. Und wenn auf hohen Alpen vorkommende Gewächse eine größere Neigung zur Bildung rothen Farbstoffes bekunden als solche im Thale — worauf bereits H. v. Mohl aufmerksam machte — so dürfte dies gleichfalls auf die hier herrschende niedere Temperatur und auf die günstige Beleuchtung zurückzuführen sein.

Eine ganz eigenthümliche Ursache der Rothfärbung hatte ich Gelegenheit beim Durchwandern des Versuchsweingartens in Klosterneuburg bei Wien zu beobachten. Mir fiel nämlich an zahlreichen Weinsprossen die Erscheinung auf, dass die Blätter derselben vom Sprossgipfel bis zu einer bestimmten Stelle tief blutroth, alle tiefer stehenden Blätter aber, und zwar ganz unvermittelt, grün waren. Bei näherer Be-

Digitized by Google

trachtung ergab sich, dass alle jene Zweige gebrochen waren, aber so, dass die Saftleitung zwar gehemmt, aber nicht vollends unterbrochen war. Die Bruchstelle gab genau die Grenze zwischen den rothen und grünen Blättern an. Da die rothen Blätter alle in einem etwas welken Zustande waren, so kam ich auf den Gedanken, dass die theilweise Unterbrechung der Saftbahn oder mangelhafte Wasserzufuhr die Anthokyanbildung direct oder indirect begünstigten. Ich habe daher in einem Weingarten bei etwa hundert Sprossen solcher Reben, welche blaue Beeren tragen und welche zur Anthokyanbildung neigen, die Zweige etwa in der Mitte ihrer Länge durch einen queren, etwa bis zu zwei Drittel ihres Holzkörpers eindringenden Schnitt einseitig verletzt, um die Wasserbahn so einzuengen, dass die oberhalb der Schnittwunde gelegenen Blätter in einen etwas welken Zustand gelangten, ohne aber ihr Leben einzubüßen. Nach zwei bis drei Wochen — ich experimentierte in der zweiten Hälfte des August — färbten sich alle oberhalb der Schnittstelle liegenden Blätter, und zwar fast bei allen Versuchszweigen (95%) deutlich und nach vier bis fünf Wochen intensiv roth, so dass der Chlorophyllgehalt bei derartigen Blättern oft ganz gedeckt war, während sich die unterhalb der Wunde befindlichen Blätter in höchst auffallender Weise durch ihre grüne Farbe auszeichneten. Dieselben Versuche, und zwar mit gleichem Erfolge führte ich mit Zweigen der Cornellkirsche *(Cornus sanguinea)*, der *Pereskia aculeata*, der *Cobaea scandens*, der

Digitized by Google

Hortensie und des *Panicum variegatum* aus, am besten gelangen sie jedoch stets mit der Weinrebe und der Cornellkirsche. Ich änderte dann die Versuche in der Weise ab, dass ich die Hauptnerven etwa in der Mitte des Blattes durchschnitt. Der Erfolg war namentlich beim Rebenblatt ganz überraschend, nach vier Wochen bereits, bei intensiver Beleuchtung sogar noch früher, färbte sich die obere, etwas welke Hälfte schön roth, während die untere Hälfte grün blieb oder sich nur ganz schwach röthete.

Da die Versuche in allen angeführten Fällen die besten Resultate gaben, wenn sich die später rothwerdenden Blätter in einem welken Zustande befanden, so glaubte ich denselben Effect auch zu erzielen, wenn ich die Pflanzen nicht verletzte, sondern nur ganz wenig begoss.

Je fünfzig Stück des in den Gewächshäusern so häufig gezogenen weißgrünrothgestreiften *Panicum variegatum*, der *Pereskia aculeata*, der *Tradescantia zebrina* und der Fuchsie wurden während der Monate August und September im Gewächshause aufgestellt. Die Hälfte jeder Gattung wurde normal begossen, die andere aber gerade nur so viel, dass sie sich am Leben erhielten und ein wenig welkten. Sonst waren alle Bedingungen für beide Pflanzen gleich. Das Licht wirkte mäßig stark ein, weil während der heißen Tagesstunden die Schattendecken herabgelassen wurden.

Nach fünf bis sechs Wochen waren bei allen Pflanzen, am meisten bei *Pereskia* und *Panicum*, die

Digitized by Google

Unterschiede ganz prägnant: die welken Pflanzen waren bedeutend röther. Ob nun die mangelhafte Wasserzufuhr oder die durch dieselbe hervorgerufenen Störungen in der Assimilation, in der Stoffableitung oder in der Nährstoffzufuhr die stärkere Neigung für die Farbstoffbildung bedingen, ist eine schwer zu beantwortende Frage, deren Lösung nur durch ausgedehnte und vorsichtig gedeutete Versuche und durch Sammeln neuer Thatsachen anzustreben ist.[1])

Bevor ich schließe, will ich noch einiger Farbenänderungen Erwähnung thun, die gewisse Pflanzen bei rascher Abtödtung aufweisen.

Der braune Blasentang und alle seine braunen Genossen färben sich bei plötzlichem Absterben, z. B. beim Eintauchen in siedendes Wasser, grün. Auch die Rothalgen verändern ihre Farbe bei Behandlung mit heißem Wasser, Kali u. s. w. von Roth in Grün. In beiden Fällen wird angenommen, dass der grüne Farbstoff, das Chlorophyll, schon vorher da war,[2]) aber nur

---

[1]) Aus meinen durch zwei Sommer gesammelten Erfahrungen sei Folgendes mitgetheilt: Junge Pflänzchen von *Perilla nankinensis* und *Iresine Lindeni* werden in stickstofffreien Nährlösungen auffallend röther als in stickstoffhältigen. Die Anthokyanbildung ist bei jungen Keimlingen von Mais in der Wurzel und dem Stengel im destillierten Wasser entschieden begünstigter gegenüber der im Brunnenwasser.

[2]) Bewiesen wurde dies bisher noch von niemandem, es könnte das Chlorophyll auch erst aus dem braunen, beziehungsweise rothen Farbstoff im Momente des Absterbens entstanden sein.

Digitized by Google

durch den braunen, beziehungsweise den rothen Farbstoff gedeckt wurde.

Eine ähnliche Farbenwandlung lehrte uns Wiesner an der in unseren Buchenwäldern nicht selten wachsenden Nestwurz *(Neottia nidus avis)* kennen. Die im natürlichen Zustande braungefärbte Pflanze ergrünt beim Eintauchen in Alkohol, heißes Wasser, Ätherdampf u. s. w. namentlich in den Blüten.

Selbst in gewissen anthokyanhältigen Pflanzentheilen tritt, wie ich beobachtete, bei rasch eintretendem Tode auffallender Farbenwechsel auf, so bei den Blättern violettpurpurner *Coleus*-Varietäten, bei denen von *Perilla nankinensis*, *Dracaena*- und *Maranta*-Arten, *Saxifraga sarmentosa* und vielen anderen.

Taucht man ein frisch gepflücktes purpurnes Blatt von *Perilla nankinensis*, dieser zur Einfassung von Teppichgruppen heute häufig benutzten Labiate, in siedendes Wasser, so wird das Blatt nach wenigen Augenblicken mit Ausnahme des violettbleibenden Geäders grün, wobei sich das Wasser, selbst wenn nur wenig zum Versuch benützt wurde, gar nicht oder nur unbedeutend schmutziggrün oder schmutzigviolett färbt. Bei Versuchen mit *Coleus* bleibt das Wasser nahezu farblos. Flüssigkeit und Blatt werden bei darauffolgender Behandlung mit verdünnten Säuren intensiv roth — ein Beweis, dass der Farbstoff unmittelbar nach der Tödtung des Blattes zum Theil im Blatte, zum Theil im Wasser in veränderter Form vorhanden war.

Im Gegensatze hiezu geben Blätter von rothen

Digitized by Google

Amarantus-Arten, *Iresine Lindeni*, *Achyranthes*, die blauen Blüten des Stiefmütterchens und viele andere roth- oder blaugefärbte Pflanzentheile im siedenden Wasser intensiv gefärbtes Anthokyan ab. Auch diese Organe werden hiebei grün, allein das erscheint nicht auffällig, da ja mit dem Austritt des rothen Farbstoffes gewissermaßen der rothe Schleier von dem darunterliegenden Blattgrün gehoben und dieses hiedurch sichtbar gemacht wird. Ganz anders aber bei *Coleus* oder *Perilla*. Hier verschwindet das Anthokyan als solches einfach, und zwar, wie durch genauere Experimente dargethan wurde, auf die aber nicht näher eingegangen werden kann, deshalb, weil im Augenblicke des Absterbens der rothe Farbstoff mit gewissen uns derzeit noch unbekannten alkalischen Körpern des Protoplasmas zusammentrifft und hiedurch in einen mehr minder farblosen Stoff übergeführt wird.

Das Anthokyan erleidet in den angeführten Fällen nur dann eine Entfärbung, wenn es in chlorophyllreichen Zellen liegt oder an solche angrenzt. Die mehrzelligen, so gut wie chlorophyllosen Haare der *Coleus*-Blätter entfärben sich nicht oder nur ganz wenig, während die an das chlorophyllreiche Blattfleisch angrenzende Oberhaut ihren Farbstoff rasch einbüßt. Deshalb erscheinen in heißem Wasser ergrünte *Coleus*-blätter noch mit einem violetten Hauch bedeckt. Dieser rührt von den nicht verfärbten Haaren her. Auch das Adernetz des Blattes bleibt roth oder blau gefärbt, weil die Bestandtheile desselben dem chloro-

Digitized by Google

phyllreichen Gewebe viel zu weit entrückt sind, als dass dieses noch eine Einwirkung ausüben könnte.

Dass den chlorophyllhältigen Zellen bei dem Farbenwechsel eine Rolle zufällt, lässt sich sehr hübsch an den Blättern der in Zimmern häufig cultivierten *Saxifraga sarmentosa* zeigen. Die Blätter der genannten Pflanze sind an der Unterseite sehr schön roth gefärbt. Den Hauptsitz hat das Anthokyan hier in der Oberhaut. Gibt man nun ein ganzes Blatt und von einem zweiten bloß die leicht abziehbare rothe Oberhaut zwischen zwei Uhrgläser und hierauf durch etwa fünfzehn Minuten in ein Luftbad von 70 bis 80° Celsius, so erscheint zur Überraschung des Beobachters die isolierte Epidermis roth, die mit dem grünen Blattgewebe verbundene dagegen vollständig entfärbt. Mit Salzsäure betupft, wird die letztere wieder roth.

Beim Absterben tritt offenbar ein Stoff aus dem Chlorophyllgewebe in die Oberhaut und entfärbt den rothen Farbstoff; das Blattgrün selbst kann die Entfärbung nicht veranlasst haben, da es ja unlöslich im Zellinhalt ist und nicht von Zelle zu Zelle übertreten kann. Wenn sich mithin hier eine directe Beziehung zwischen Farbenwandlung und Blattgrün nicht erweisen ließ, so muss wohl auf Grund der berührten Thatsachen eine indirecte angenommen werden, insofern nämlich, als gerade in chlorophyllreichen Zellen die Bedingungen für die Bildung jener alkalischen Stoffe, welche den Farbenwechsel des rothen Farbstoffes bedingen, besonders günstige sein müssen.

Digitized by Google

Im Vorhergehenden habe ich versucht, ein Bild zu entwerfen über den gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse von zwei der verbreitetsten Farbstoffe im Pflanzenreiche, vom Blattgrün und Blumenblau. Während von letzterem eine namhafte physiologische Leistung bisher mit Sicherheit auf experimentellem Wege nicht festgestellt werden konnte, vielleicht abgesehen davon, dass das Blumenblau der Blüten als Anlockungsmittel für Insecten dient und so der Kreuzbefruchtung dient, steht die Sache beim Blattgrün ganz anders. Erkannten wir doch im Chlorophyllkorn das Organ der Erzeugung organischer Substanz, erkannten wir doch in ihm die indirecte Nahrungsquelle für alle Lebewesen und erblicken wir doch im Chlorophyllkorn die wunderbare chemische Werkstätte, in welcher der eindringende Lichtstrahl die kleinsten Theilchen der Kohlensäure spaltet und den Kohlenstoff in Zucker und Stärke überführt. Über das Wie dieses merkwürdigen chemischen Vorganges wissen wir derzeit leider so gut wie nichts. Wohl ist es vor Kurzem bereits gelungen, Zucker künstlich im Laboratorium darzustellen, allein die Art und Weise, wie dies geschah, ist zweifellos eine ganz andere als die, nach welcher die Pflanze vorgeht.

So wird es denn wahrscheinlich späteren Geschlechtern vorbehalten sein, das Räthsel zu lösen und den Schleier zu lüften; wir werden es nicht erleben, hoffentlich aber — die Physiologie der Zukunft.

Digitized by Google

Über

Färbung und Zeichnung der Thiere.

Von

Dr. Emil v. Marenzeller.

Vortrag, gehalten den 4. December 1889.

Digitized by Google

Digitized by Google

Meine Damen und Herren!

Wenn ein Mann nach einem Besuche bei Bekannten von seiner Frau gefragt würde, wie der Anzug dieser oder jener Dame ausgesehen, so wird er über dessen Schnitt kaum die nothdürftigsten Auskünfte geben können, er sei denn ein Fachmann. Dagegen wird er über die Farbe der Toilette berichten, aber in schwierigen Fällen auch in dieser Hinsicht nur ganz oberflächlich. Höchst wichtige Details werden von ihm in bemitleidenswertem Stumpfsinn übersehen worden sein. In einem ähnlichen Verhältnisse stehen die Nichtnaturforscher oder häufig auch die Naturforscher zur Natur. Wenn wir auch unser Interesse gleichmäßig auf Form und Farbe der Thiere und Pflanzen vertheilen, so erhalten wir doch nur von der letzten dauerhaftere Eindrücke, und trotzdem sind wir den vielen Launen der Kinder des Lichtes, der Farben, nicht gewachsen. Mischfarben und die häufig in einer bestimmten Anordnung auftretende Verbindung mehrerer Farben, welche die Zeichnungen der Thiere bedingen, sind schwer festzuhalten. Wir werden sogleich der großen Lücken in unseren Beobachtungen gewahr, sobald man von uns verlangt, die feine Zeichnung eines bekannten Schmetterlings oder des Gefieders so vieler Vögel auch

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA
Digitized by Google

nur annähernd zu kennzeichnen. Zu dieser Mangelhaftigkeit der Vorstellung gesellt sich noch die Armut unserer Sprache, welche nicht die Ausdrücke besitzt, um der großen Mannigfaltigkeit und Eigenthümlichkeit gerecht zu werden. So stellen sich denn der Verständigung über die Färbungen und Zeichnungen der Thiere in vielen Fällen große Schwierigkeiten entgegen, die man nur an der Hand des Gegenstandes selbst oder guter Abbildungen besiegen kann. Allein ich strebe Ihnen gegenüber diese Verständigung gar nicht an. Mir liegt es ferne, Sie mit der genauen Beschreibung all des Auffallenden, Reizenden, Prächtigen oder auch Unscheinbaren, das in der Natur in Hülle und Fülle vor uns ausgestreut ist, zu ermüden, ich lade Sie vielmehr ein, mir auf jene Pfade zu folgen, welche die Wissenschaft zur Ergründung der Bedeutung und des Wesens der Färbung und Zeichnung der Thiere eingeschlagen, und zu diesem Gange genügen die unbestimmten Eindrücke, die das Kleid so mancher Thiere bei Ihnen hinterlassen.

Sucht man die Thiere in ihren gewöhnlichen Lebensverhältnissen auf, nicht in Museen oder in einem Bilderwerke, so ist man überrascht, wie sehr viele in der Färbung mit ihrer Umgebung übereinstimmen. Wir finden schlagende Beispiele, wenn wir uns in die von Eis und Schnee starrenden Polargegenden versetzen, wo die meisten Thiere ganz oder zum Theil weiß oder weißgrau gefärbt sind, oder wenn wir die glühende Sahara betreten, deren Bewohner die isabell-

Digitized by Google

gelbe Farbe des Sandes tragen, oder wenn wir uns in den im üppigsten Grün prangenden Tropenwäldern ergehen, die von grünen Vögeln belebt werden, oder endlich wenn wir uns in einem Boote schaukeln lassen und die krystallhellen Thiere aus den Meeresfluten schöpfen. Aber auch bei uns in Wald und Flur brauchen wir nicht lang zu suchen, um diese Thatsache kennen zu lernen. Hier walten insbesondere die braunen und grauen Thiere vor, welche zur Farbe der Baumrinde, des Bodens, des Gesteines vortrefflich passen. Bei diesen Wanderungen werden wir aber ebenso vielen Thieren begegnen, welche diese Harmonie nicht nur nicht zeigen, sondern im Gegentheile von dem Hintergrunde grell abstechen, weil sie durch satte Farben und auffallende Zeichnungen herausgeputzt sind. Jene entziehen sich leicht den Augen des Beobachters, diese lenken die Aufmerksamkeit auf sich. Es ist kein Zweifel, dass ein Thier, dessen Kleidung mit der Färbung der Umgebung übereinstimmt, vor Nachstellungen besser geschützt ist oder seine Beute besser beschleichen kann als ein anderes, das durch die Pracht seiner Farbe schon auf große Entfernungen bemerkbar wird. Die Fortexistenz eines solchen Thieres ist jedenfalls gesicherter als die eines andern, und zwar umsomehr, eine je größere Vollkommenheit in dieser Richtung erreicht wurde. Wir werden also sagen, ein solches unscheinbares Kleid sei zweckmäßig. Die Darwin'sche Theorie, welche sich wie ein rother Faden durch die heutige Naturanschauung zieht, lehrt uns jedoch, dass

Digitized by Google

das Zweckmäßige erst allmählich erreicht wurde und unter dem Drucke herrschender Ursachen erreicht werden musste. Zwischen den Lebewesen wüthet ein beständiger Kampf um das Dasein. Der Sieg wird auf der Seite jener stehen, welche am besten zum Widerstande vorbereitet sind. Die Schwächlinge, die unvortheilhaft Ausgerüsteten werden unterliegen. Es findet im Gefolge des Kampfes um das Dasein ein Überleben des Zweckmäßigen, eine natürliche Auswahl statt. Nach dem Gesetze der Erblichkeit gehen aber die von den Eltern erworbenen Eigenschaften auf ihre Nachkommen über. Diese sind aber niemals untereinander völlig gleich, und immer wird bei jeder neuen Generation die natürliche Auswahl stattfinden. Nach und nach mehren sich auf diesem Wege die günstigen vortheilhaften Eigenschaften. Es ist dies die Lehre der natürlichen Züchtung (Selectionstheorie) zum Unterschied der künstlichen Züchtung, bei welcher der Mensch das besorgt, was in der Natur unter dem Drucke des Kampfes um das Dasein aus sich selbst vorgeht. Im Sinne dieser Theorie wird man somit sagen müssen, die sympathische Färbung der Thiere, so nennt man die mit der Umgebung übereinstimmende Färbung, sei durch natürliche Züchtung erreicht worden, und die Ursache der Zweckmäßigkeit ist eben keine andere wie die natürliche Züchtung.

Wie steht es nun mit den an Zahl überwiegenden auffallenden Färbungen und Zeichnungen anderer Thiere? Die glänzenden, prächtigen, oft durch Contrast

Digitized by Google

wirkenden Farben haben sich gleichfalls allmählich entwickelt, gleichfalls abhängig von für den Fortbestand des Individuums höchst wichtigen Bedingungen, sie sind ebenso durch natürliche Züchtung erreicht worden im Kampfe um das Dasein. Bald dienen sie, so wenig überzeugend dies auf den ersten Blick auch sein mag, zum Schutze wie die unscheinbaren Farben, bald bilden sie einen Geschlechtscharakter, in manchen Fällen endlich konnte man sich bisher über ihre Bedeutung für das Leben des Individuums nicht klar werden. Was uns aber unverständlich oder selbst nachtheilig erscheint, kann unter anderen von den heutigen ganz verschiedenen äußeren Umständen bedeutungsvoll und vortheilhaft gewesen sein. Zu einem richtigen Urtheile kann man nur durch Berücksichtigung aller Factoren gelangen. Dies mag folgender interessante Fall beweisen: Für das grelle Roth und Gelb vieler Seethiere hatte man keine Erklärung, bis der schweizerische Naturforscher C. Keller auf die eigenthümlichen optischen Verhältnisse im Wasser hinwies. Das Wasser besitzt die Eigenschaft, von den verschieden gefärbten Strahlen des weißen Tageslichtes, welche von oben eindringen, die rothen und gelben zuerst zu verschlucken (absorbieren), so dass in gewissen Tiefen nur ein grünblaues oder reinblaues Licht herrscht. Diese Farben sind die Ergänzungsfarben (Complementärfarben) von Roth und Gelb. Wird aber ein Körper mit dem Lichte seiner Ergänzungsfarbe beleuchtet, so erscheint er dunkel. Jene in der Luft lebhaften Farben

Digitized by Google

sind daher im Wasser wirkliche Schutzfarben. Eine solche Schutzfarbe ist auch das Purpur vieler Krebse und Seesterne aus großen Tiefen. Dorthin dringt zwar kein Sonnenstrahl mehr, allein die Finsterniss wird durch das von zahlreichen leuchtenden Seethieren ausgehende grünliche Licht zerstreut und dieses wirkt wie das Tageslicht im seichten Wasser. Lebhafte, oft durch ihre besondere Anordnung hervorstechende Farben dienen zum Schutze in verschiedener Weise. So gibt es beispielsweise unter den Insecten (Käfer, Schmetterlinge, Bienen, Wespen) zahlreiche Arten, die durch verschiedene unangenehme oder gefährliche Eigenschaften (harte Körperdecke, ekelhaft riechende oder schmeckende Absonderungsproducte von Drüsen, Giftorgane) vor dem allgemeinen Lose: gefressen zu werden, geschützt sind. Eine grelle Färbung oder Zeichnung vervollkommnet diesen Schutz, indem sie die Insectenfresser auf die ungenießbare Kost schon von weitem aufmerksam macht und vor den Folgen einer Belästigung warnt. Experimente haben auch bewiesen, dass insbesondere grelle Zeichnungen Schreckmittel für andere Thiere sind, so die Augen- und Ringflecken bei Raupen und Schmetterlingen. Die große Rolle, welche die Farben als Geschlechtscharakter spielen, ist allgemein bekannt. Die Männchen vieler Thiere unterscheiden sich von den Weibchen nicht allein durch Größe, Stärke und andere besondere Merkmale, sondern auch durch die Färbung. Am schönsten treten diese Unterschiede bei den Vögeln

Digitized by Google

hervor. Entweder sind die Farbentöne bei den Männchen nur satter, kräftiger, oder es tauchen ganz neue auf in verschiedener Anordnung und in verschwenderischer Pracht, so z. B. bei dem Pfauhahne, dem Fasanhahne u. s. w. im Vergleiche zur Pfauhenne, zur Fasanhenne. Diese Unterschiede beruhen auf den Gegensätzen, welche in der Bestimmung und den Leistungen beider Geschlechter liegen und um so schärfer hervortreten, je vollkommener jedes in seiner Art geworden. Den Weibchen wäre ein übertriebener Putz nachtheilig, weil ihnen die Brutpflege obliegt. Sie werden den Kampf um das Dasein besser bestehen, je unscheinbarer sie sind, und die natürliche Auswahl erhält und die Vererbung häuft diese Vortheile. Dasselbe geschieht auch bei den männlichen Individuen, der ursprünglichen Anlage einer größeren Lebensthätigkeit und Kraftentfaltung entsprechend, die sich auch in der Färbung äußert, und so gehen die Geschlechter in dieser wie in anderer Hinsicht in entgegengesetzten Richtungen auseinander. Nur dann, wenn der männliche Vogel an der Brutpflege theilnimmt, also seinen männlichen Charakter aufgibt, nimmt er auch die Tracht des Weibchens an. Man ist nicht genöthigt, eine directe Auswahl, das ist eine besondere Bevorzugung der schöner gefärbten Männchen durch die Weibchen anzunehmen, geschlechtliche Zuchtwahl, wie das Darwin that. Diese Theorie von der Verschönerung der Natur in galanter Weise, indem sie dem ausgebildeten Geschmacke und dem wählerischen

Digitized by Google

Eigensinne der weiblichen Hälfte Concessionen machte, wurden von Robert Wallace, dem Zeitgenossen Darwins und Mitbegründer des Darwinismus, als einer der schwächsten Punkte der in ihren Consequenzen so fruchtbaren Darwin'schen Lehre hingestellt und durch die oben gegebene näherliegende Erklärung ersetzt.

Wie ein unablässig fallender Wassertropfen einen Stein aushöhlen kann, so haben unablässig wirkende Anstöße die Färbung und Zeichnung der Thiere hervorgebracht. Ist die Summe dieser Ursachen in der natürlichen Zuchtwahl selbst zu suchen? Ich muss mich beeilen, der Möglichkeit eines solchen irrthümlichen Schlusses vorzubeugen. Die natürliche Zuchtwahl, die Auslese des Passenden kann nur mit gegebenen Größen arbeiten. Vortheilhaftes muss neben minder Vortheilhaftem oder geradezu Nachtheiligem vorhanden gewesen sein, ehe es zur Sonderung kommt. Und immer müssen neue Ursachen auf die Erben eingewirkt haben, das Zweckmäßige langsam zu steigern, unter dem abermals nur das relativ Vollkommenste zum Überleben Aussicht hatte. Die Darwin'sche Lehre sucht uns verständlich zu machen, dass nur Zweckmäßiges in der Färbung und Zeichnung erhalten blieb und wie dies gehäuft wurde, aber über die ersten Anfänge derselben, ebenso wie über die Ursachen der Veränderungen, welche allmählich eintraten, vermag sie keinen Aufschluss zu geben.

Die Färbung der Thiere ist zurückzuführen auf

Digitized by Google

die Anwesenheit von Farbstoff in den Körperdecken oder den Erzeugnissen derselben, wie Federn, Haare, Schuppen bei Schmetterlingen u. s. w. oder auf durch die Structur der Haut selbst oder jener Bildungen bedingte optische Phänomene allein oder auf die Conbination beider. Der Farbstoff ist bald in jenen Grundelementen des thierischen Körpers, welche wir Zellen nennen, abgelagert, bald in den Geweben ausgebreitet. Die Suche nach den Farben wird uns oft ähnliche Enttäuschungen bereiten wie dem Kinde, das die Farben des Regenbogens sammeln wollte. Hält man beispielsweise eine grüne oder blaue Papageienfeder gegen das Licht, so wird sie gelb oder bräunlichgrau, eine violette Feder erscheint schwarzbraun. Auch das Schillern und die Metallfarben eines Gefieders werden nur durch die Stellung der Feder gegen das Licht und zum Auge bedingt. Die Farbe selbst ist schwarzbraun. Der Farbenkasten der Vögel enthält nur Roth, Gelb, Braun, Schwarz und sehr selten Grün. Oder ein anderes Beispiel. In der Haut des Grasfrosches findet man nur schwarze, braune, röthliche oder gelbliche Farbstoffe. Wird das Männchen zur Paarungszeit an gewissen Stellen des Körpers blau, so ergibt die Untersuchung, dass sich die schwarzen Farbzellen in die Tiefe zurückgezogen haben. Es liegt dann die obere Hautschichte vor einem dunkeln Hintergrunde als trübes Medium, und das Blau erklärt sich auf rein physikalischem Wege. Ebenso verhält es sich mit den schönsten blauen Menschenaugen. Sie sind trügerischer

Digitized by Google

als schwarze; denn es gibt keine blauen Augen. Auf die chemische Constitution der thierischen Farbstoffe einzugehen, die wir erst zum geringsten Theile kennen, muss ich verzichten. Es hat sich ergeben, dass dieselben Farbstoffe bei sehr verschieden organisierten Thieren vorkommen und umgekehrt; ferner, dass die Farbstoffe eines und desselben Thieres sehr verschiedener Art sein können. Bezüglich der Farbstoffe höherer Thiere neigt man sich der Ansicht zu, dass sie aus dem Blute stammen, das ja selbst einen Farbstoff besitzt, oder aus den Gallenfarbstoffen, die wieder von dem Blutfarbstoffe abgeleitet werden; in vielen anderen Fällen wird man die Entstehung an dem Orte selbst, wo sie vorkommen, annehmen müssen. Wie dem auch sei, das Eine ist gewiss, die Farbstoffe sind nicht aus ästhetischen Gründen da, sie stehen vielmehr in innigster Beziehung zu den Vorgängen, die mit dem Aufbau und der Erhaltung des Thierkörpers verknüpft sind, sie sind Producte physiologischer Processe verwickelter und meist noch unbekannter Art. Damit wäre allerdings das Mittel angedeutet, wie die von dem Darwinismus offen gelassenen Fragen nach der Entstehung der Pigmente, nach den Ursachen, welche dieselbe begünstigen oder beeinträchtigen und daher verändern, zu beantworten, allein nicht viel mehr. Denn das Studium dieser Processe stößt auf ungeheure Schwierigkeiten, die vielleicht niemals ganz bewältigt werden können. Ein Gebiet liegt brach vor uns, dessen Cultur die angestrengte Arbeit von Generationen er-

Digitized by Google

fordern würde, und wäre sie gethan, so gäbe es ein neues Problem zu lösen: die Resultate den Mitgliedern des Mittwochvereines in gemeinverständlicher Weise innerhalb des üblichen Zeitausmaßes darzulegen. Wir müssen uns für jetzt mit den Ergebnissen einzelner mit der nöthigen Vorsicht gemachten Versuche und Beobachtungen über die die Färbung der Thiere verändernden Einflüsse zufrieden geben und dabei nie außer Acht lassen, dass die außerordentliche Verschiedenheit in der Organisation der Thiere der Verallgemeinerung einer gewonnenen Erfahrung Grenzen setzt. Eines taugt nicht für alle, alles nicht für einen.

Da wir wissen, dass die in Form von Nahrung eingeführten Stoffe im Innern des Organismus umgesetzt werden, die Farbstoffe aber als Producte des Stoffumsatzes anzusehen sind, so liegt es nahe, derselben einen bedeutenden directen Einfluss auf die Färbung einzuräumen. In Wirklichkeit scheint dieser geringer zu sein, als man von vorneherein anzunehmen berechtigt ist, wie dies in Gefangenschaft gehaltene Thiere beweisen, die mit einer neuen Kost vorlieb nehmen müssen und doch ihre Färbung nicht verändern. Ist die Ernährung des Thieres im allgemeinen eine kümmerliche oder ist das Thier krank, so leidet auch die Färbung, aber die Beeinflussung derselben durch bestimmte Stoffe ist nicht so leicht. Der Thierkörper ist wohl ein chemisches Laboratorium, doch immer nur nach der Species zur Vornahme gewisser

Digitized by Google

Operationen eingerichtet. Leistungen, die über die vorhandenen Mittel und Kräfte gehen, werden einfach abgewiesen. Die grünen und rothen Löwen, die rothen und blauen Igel existieren vorläufig nur auf den Schildern. Von Schmetterlingen ist es constatiert, dass der Wechsel der Futterpflanzen der Raupen bei einigen Arten eine ganz beträchtliche Änderung der Färbung und Zeichnung hervorruft. In England macht man sich das Vergnügen, röthliche Canarienvögel dadurch zu erzeugen, dass man ihnen Cayennepfeffer in die Nahrung mischt, und vor kurzem wurden diese Versuche in Deutschland auch auf junge weisse Haushühner ausgedehnt. Es ist zu beachten, dass die Farbe niemals auf eine alte Feder, sondern nur auf die in Entwicklung begriffenen Federn wirken kann, also zur Zeit der Mauser. Einige Hühner der Versuchsreihe blieben unverändert. Diese schienen die Fähigkeit, Farbstoff in ihre Federn abzulagern, gänzlich verloren zu haben. Ein Huhn erhielt eine rothe Brust, das übrige Gefieder blieb weiß, ein zweites endlich wurde an der Brust und den Flügeldecken roth, die Federn des übrigen Körpers nahmen eine gelbrothe Farbe an. Bei allen färbten sich die Füße gelbroth. Bemerkenswert ist die Verschiedenartigkeit der Wirkung derselben Ursache auf Individuen einer Art. Es ergab sich auch, dass die Färbung von der gleichzeitigen Anwesenheit des rothen Farbstoffes (Capsicin) und eines Fettstoffes (Trioleïn) in den Paprikaschoten abhängig sei. Wurde der erste dargestellt und allein gegeben, blieb jeder

Digitized by Google

Erfolg aus. Man hat ebenso die Erfahrung gemacht, dass das Gefieder von Lachtauben bei fortgesetztem Genusse von Butter eine glänzende, tiefbraune Farbe annahm, die wieder verschwand, sobald man mit dem Fettzusatze aufhörte.

Das Licht ist zum Entstehen der Farbstoffe nicht unbedingt nöthig. Wir sehen zwar die in Höhlen lebenden Thiere und die meisten Eingeweidewürmer farblos, aber viele innere Organe und Absonderungen enthalten Farbstoffe, die Jungen zahlreicher Thiere kommen bereits gefärbt auf die Welt, die Larven von Fröschen entwickeln ihren Farbstoff so gut im dunkeln Raume wie im Lichte, den in der Erde verborgenen Puppen entschlüpft ein schön gefärbter Falter. Dennoch ist das Licht von hoher Bedeutung für die Ausbildung der Färbung, für das Colorit, für die Anordnung der Farben. Nachtthiere haben stets eine düstere Farbe, Nachtschmetterlinge sind stets dunkler gefärbt als Tagschmetterlinge.

Wenn wir sehen, dass ein Thier in seiner Färbung mit der der Umgebung in Übereinstimmung ist, harmoniert oder, wie man minder richtig zu sagen pflegt, die Färbung seiner Umgebung angenommen hat, so bedeutet dies nichts anderes, als dass die von den Gegenständen ausgehende Qualität des Lichtes, welche ja die Farbe derselben bedingt, sich mehr minder vollkommen auch an der Oberfläche des betreffenden Thieres findet. Wir nehmen an, dass der schließliche Effect durch das Überleben des Zweckmäßigen

Digitized by Google

erzielt wurde. Wenn es Thiere gäbe, welche die Fähigkeit besäßen, diesen Wandel der Färbung den Lichtverhältnissen der Umgebung entsprechend jederzeit vorzunehmen, so läge ein Fall vor, bei welchem unter unseren Augen vor sich gienge, was wir als Folge von Häufung kleiner Vortheile in ungemessenen Zeiträumen anzusehen genöthigt sind. Wir könnten sodann auf dem Wege des Experimentes feststellen, welcher Ursache, indem wir sie einzeln wirken ließen, diese Erscheinung zuzuschreiben sei. Und es gibt solche Thiere, und die Versuche ergaben, dass das Licht es ist, welches unter Zuhilfenahme des Nervensystems in der Haut dieser Thiere mit den vorräthigen Farben den Charakter der Färbung der Umgebung nachmalt. Bei allen solchen Thieren besitzen die den Farbstoff enthaltenden Zellen (Farbstoffträger) die Fähigkeit, sich auszudehnen und zusammenzuziehen, Fortsätze auszustrecken und wieder einzuziehen. Wir finden sie in den Classen der Fische, Amphibien und Krebse. Nehmen wir als Beispiel den Steinbutt *(Rhombus maximus)*, einen schollenartigen Fisch, dessen Eigenschaft, sich der Färbung der Unterlage anzupassen, seit langem bekannt ist. Auf dunklem Grunde wird er dunkel, auf hellem hell. Wurde der Steinbutt durch Durchschneidung des Sehnerven vollständig geblendet, so nahm die Färbung einen mittleren Ton an und blieb fortan unverändert. Die Farbstoffträger hatten zwar die Fähigkeit der Gestaltsveränderung nicht verloren, aber die Färbung war nicht mehr der Umgebung an-

Digitized by Google

gepasst. Es war damit bewiesen, dass nicht ein örtlicher Reiz an der Oberfläche die Farbstoffträger beeinflusse, sie einmal zur Ausdehnung, ein andermal zur Zusammenziehung veranlasse, sondern dass das Auge der Eingang sei, durch welchen der Reiz erfolge, und dass dieser Reiz von der Qualität des Lichtes abhängig sei, welches von den Körpern der Umgebung ausstrahle. Ist das Thier auf dunkler Grundlage, bleiben die Farbstoffträger ausgedehnt und das Thier bleibt gleichfalls dunkel; ist das Thier auf heller Grundlage, ziehen sie sich zusammen und das Thier wird hell. G. Pouchet hat auch die Bahnen verfolgt, welche der Reiz des Lichtes bis zu den Farbstoffträgern einschlägt, und gefunden, dass es die unter der Wirbelsäule liegenden sympathischen Nerven sind und weiter die seitlich aus dem Rückenmark hervortretenden Nerven, mit denen sie in Verbindung stehen. Wurden die sympathischen Nerven durchschnitten, so trat dieselbe Folgeerscheinung auf wie bei der Blendung, und wurden die seitlichen Nerven durchschnitten, so beschränkte sich die Lähmung auf den Verbreitungsbezirk derselben, der Fisch wurde gescheckt. In Ermanglung eines Steinbutts kann man sich von dem Wechsel der Färbung je nach der Helligkeit und Dunkelheit der Umgebung auch bei dem Grasfrosche überzeugen. Blendung verwehrt gleichfalls dem Lichtreize den Eintritt. Nicht in Parallele darf der berühmte Farbenwechsel des Chamäleon gezogen werden; denn dieses Thier ändert seine Färbung nicht

Digitized by Google

nach der Umgebung, sondern auf physische Erregungen, und das Licht wirkt schon auf die Haut als örtlicher Reiz und in ganz eigenthümlicher Weise. Bei den Versuchen mit dem Steinbutt stellte sich heraus, dass die Veränderung der Färbung nicht plötzlich erfolgt. Anfangs sind Tage erforderlich, und erst wenn man dasselbe Thier wiederholt dem Wechsel von Dunkel und Hell ausgesetzt, tritt die Reaction nach Stunden ein. Bei Fröschen, die wahrscheinlich mehr in der Übung bleiben, antworten die Farbstoffträger rascher auf den Reiz. Es schlummert demnach die Fähigkeit. Würde sie völlig erlöschen und wüsste man nicht, dass sie einmal bestanden, oder würde der Farbenwechsel so langsam und allmählich vor sich gehen, dass uns die leichten Verschiebungen erst nach längerer Zeit in ihrem Schlusseffecte auffallend werden, so wird die Unterscheidung schwierig, was der Abhängigkeit von der Färbung der Umgebung, was der natürlichen Züchtung zuzuschreiben. Vorsicht bei der Beurtheilung von sympathischer Färbung ist besonders bei Thieren geboten, die in naher Verwandtschaft zu solchen stehen, bei welchen Farbenwechsel in offenkundiger Weise vor sich geht. Das Bestreben, alles durch natürliche Züchtung zu erklären, hat in manchen Fällen sicher auf Abwege geführt.

Über den Einfluss der Temperatur auf die Farbstoffe liegen schöne Versuche an Schmetterlingen und Nacktschnecken vor. Es gibt Schmetterlinge, welche in zwei der Färbung und Zeichnung nach manch-

Digitized by Google

mal so verschiedenen Formen, einer Winter- und Sommerform auftreten, dass man sie bis vor nicht langer Zeit für eigene Arten hielt. Man nennt Winterform die im Frühlinge aus den überwinternden Puppen ausschlüpfende Generation, Sommerform aber deren Nachkommen. In hohem Grade sind diese Unterschiede zwischen beiden Formen bei *Araschnia levana* L. ausgeprägt. Früher unterschied man *A. levana* und *A. prorsa*. Die zweite ist aber nur die Sommerform der *A. levana*. Die Sommerform ist dunkler als die Winterform und in einer ganz anderen Weise gezeichnet. Nicht so ausgesprochen, aber immerhin noch auffallend, weichen die Winterform und Sommerform von *Pieris napi* von einander ab. Es war nun Aufgabe des Experimentes, nachzuweisen, dass diese zwei verschiedenen Formen in der That Folge der mit der Jahreszeit verbundenen Temperatur seien. Man suchte einmal die Sommerform zu unterdrücken, indem man einen künstlichen Winter schuf, ein andermal die Winterform, indem man den Sommer künstlich verlängerte. Es wurden die Nachkommen (Puppen) der Winterform von *A. levana* einer Temperatur von 0—1° Reaumur ausgesetzt, und es erschien in der That wieder die Winterform, allerdings in Gesellschaft der gewöhnlichen Sommerform und von Übergangsformen zwischen beiden, die auch im Freien beobachtet und *A. prorima* benannt wurden. Es wurden ferner die Raupen der Sommergeneration der *A. levana* (früher als *A. prorsa* bezeichnet) zur Zeit, als sie sich zur Verpuppung anschickten, einer Temperatur

Digitized by Google

von 26° Reaumur ausgesetzt und dann als Puppen der gewöhnlichen Zimmertemperatur überlassen. In kurzer Zeit flog die Sommerform aus, während unter natürlichen Verhältnissen erst nach sechs Monaten die Winterform zu erwarten gewesen wäre. Bei *Pieris napi* schlug diese Ausschaltung der Winterform durch die Wärme fehl, aber es gelang vollständig, aus den Puppen der im Frühling fliegenden Winterform, welche normal die Sommerform geben sollten, wieder die Winterform dadurch zu erzielen, dass sie auf drei Monate in einen Eiskeller versetzt und darauf in ein Treibhaus zum Ausschlüpfen gebracht wurden. Die Wirkung der Temperatur auf die Färbungen zeigt sich, wie schon diese Beispiele ergeben, bei verschiedenen Schmetterlingen verschieden. So ist bei *Araschnia levana* die Winterform hell, bei *Pieris napi* dunkel gefärbt — eine in den Alpen und nördlichen Breiten vorkommende Varietät derselben *(P. bryoniae)* ist noch dunkler — so wird das Roth des *Polyommatus phlaeas* im Süden, das der *Vanessa urticae* dagegen im hohen Norden schwärzlich. Dieselbe Veranlassung (sagen wir Wärme) verursacht demnach bei verschiedenen Arten einmal eine dunkle Färbung (Sommerform der *A. levana*), ein andermal eine helle (Sommerform der *Pieris napi*), sie färbt das Roth schwärzlich *(Polyommatus phlaeas)* oder sie lässt es unverändert *(Vanessa urticae)*. — Bei den Nacktschnecken fand H. Simroth, dass sich Schwarz unter Einwirkung der Kälte entwickelt, Wärme diese Entwicklung beeinträchtigt, dagegen die Entstehung

Digitized by Google

von Roth begünstigt. Temperatursschwankungen müssen die Färbungen sehr beeinflussen, und daher kommt es, dass die im Frühlinge heranwachsenden Thiere so außerordentlich variieren. Diese durch die Kälte erworbene Färbung ist für die kaltblütigen Schnecken sehr vortheilhaft, weil Schwarz mehr Wärme bindet als eine helle Farbe. Es wird zum Schutz gegen die Kälte. Simroth beobachtete aber, dass die schwarzen Nacktschnecken auch gegen die Nachtheile einer zu hohen Temperatur gefeit seien, weil sie eine kräftigere Constitution besitzen als anders gefärbte. Der aus dem Blute stammende schwarze Farbstoff ist der Stempel von Blutreichthum. Es ist die Einwirkung der Kälte auch zur Erklärung der weißen Farbe, des gänzlichen oder theilweisen Farbenmangels warmblütiger Thiere in arktischen Gegenden herangezogen, und damit der Standpunkt, den ich bei Erwähnung dieser Erscheinung eingangs eingenommen, verlassen worden. Die weiße Farbe würde, weil sie wenig Wärme ausstrahlt, besser vor Wärmeverlust und damit gegen die Kälte schützen als dunkle Farben. Sie wäre also nicht im Kampfe der Lebewesen untereinander durch natürliche Züchtung als Schutzfärbung erzeugt worden, sondern als klimatische Schutzfärbung, als Schutzfärbung gegen die Kälte. Jedenfalls ist zuzugeben, dass so viele unter den gleichen klimatischen Verhältnissen stehende Thiere noch mit anderen Mitteln ausgerüstet sein müssen, der Kälte zu widerstehen, weil man sie niemals weiß werden sieht.

Digitized by Google

Auch der Feuchtigkeit wird Verdunkelung der Färbung zugeschrieben. Es ist aber kaum möglich, ihre Leistung in der freien Natur ungetrübt von anderen Einflüssen zu beurtheilen. Wir kennen äußerst bunt gefärbte Thiere, deren beständiger Aufenthalt das Wasser ist.

So entscheidend die genannten und noch andere äußere Ursachen für die Färbung der Thiere auch sein mögen, so haben Ihnen doch die vergleichenden Untersuchungen gezeigt, dass ihre Ausnützung in sehr verschiedener Weise mit wechselndem Erfolge stattfindet, und dass selbst bei nahe verwandten Formen die Resultate derselben Einwirkung weit auseinandergehen. Bei der geheimnissvollen Erzeugung der Färbungen wirken eben noch innere je nach der Anlage verschiedene Ursachen mit. Diese inneren, durch die physikalisch-chemische Constitution des Organismus gegebenen Ursachen werden durch jene äußeren Ursachen langsam verändert, und so wird sich infolge unablässiger Wechselwirkung auch das Product, in unserem Falle die Färbung und Zeichnung der Thiere, ändern.

Das ist die Summe der Ursachen, welche in ihrer langsamen, aber sicheren Wirkung mit unablässig fallenden Wassertropfen verglichen werden können, die einen Stein aushöhlen, und sie schaffen und geben die Größen, mit welchen erst die natürliche Zuchtwahl arbeiten kann. Es ist das große Verdienst von Dr. Theodor Eimer, Professor der Zoologie in Tübingen, diesen nicht nur für die Veränderung der Färbungen und Zeichnungen, sondern für jede Veränderung in anderer Richtung, so-

Digitized by Google

mit auch für die Entstehung der Art giltigen Satz mit aller Entschiedenheit hingestellt und ausführlich begründet zu haben. Er folgert weiter: Gerade weil die Formgestaltung auf physikalisch-chemischen Vorgängen beruht, ist sie ebenso wie die Form der unorganischen Krystalle eine bestimmte und wird auch bei der Neubildung nur einzelne bestimmte Richtungen einschlagen können. Hiemit tritt Eimer für die Gesetzmäßigkeit im Abändern ein, das bisher der Darwinismus fast ganz dem Zufalle anheimgestellt. Es liegt nun im Zusammenhange mit meinem Thema die Frage nahe: Wie äußert sich diese Gesetzmäßigkeit in Bezug auf die Färbung und Zeichnung der Thiere? Die Antwort wurde von Eimer in erschöpfender Weise gegeben, und gerade seine Studien in dieser Richtung waren es, die ihn zu den weittragenden Schlüssen führten, welche ich vorangestellt.

Wenn man ein längsgestreiftes Thier vor sich hat, so mag man diese Zeichnung mit demselben Interesse betrachten wie die unbeholfenen Anfänge menschlicher Zeichnung und Malkunst. Sie ist die älteste, die erste Zeichnungsart der Thiere. Sie erscheint nicht nur an dem Kleide der Jungen solcher Thiere, welche auch noch im späteren Lebensalter längsgestreift sind, sondern wir sehen sie auch bei den Jungen vieler anderer Thiere, die, wenn sie erwachsen, anders gezeichnet oder ganz ohne Zeichnung sind. Dieses Jugendkleid hat aber deshalb für uns so große Bedeutung, weil wir wissen, dass wir über die ganze Stammesgeschichte

Digitized by Google

eines Individuums Aufschluss erhalten können, wenn wir seine Entwicklung von den ersten Anfängen aus verfolgen. Die kurze Geschichte seiner eigenen ersten Lebenszustände erzählt uns von den Wandlungen seiner Ahnen in langen Zeiträumen. Wir sehen die Längsstreifung bei den Jungen vieler Säugethiere (z. B. Wildschwein, Tapir) und Vögel, der meisten Reptilien und Amphibien, bei Raupen und jungen Nacktschnecken. Diese Grundform, welche Sie bei einer Wanderung durch unser Museum noch an vielen Thieren erhalten finden, ist bei anderen in eine andere Art der Zeichnung übergegangen oder es fehlt jede Zeichnung, die Thiere sind einfärbig. Welcher Art nun die auf die Längsstreifung folgenden Zeichnungen seien, hat Eimer zunächst an der Mauereidechse festgestellt, deren Neigung, zahllose Varietäten der Färbung und Zeichnung auszubilden, eine außerordentliche ist. Wenn die Längsstreifung in ihrer reinsten Form vorhanden ist, laufen bei diesen Thieren über die Mitte des Rückens ein schwarz eingefasstes lichtbraunes Band und an der Seite je fünf andere Bänder, von welchen zwei weiße abermals von schwarzen Linien begrenzt sind. Schritt vor Schritt konnte Eimer nachweisen, dass die schwarzen Begrenzungslinien der drei genannten Zonen sich in Flecken auflösen, welche in die benachbarten Zonen einrücken, dass Fleckung an Stelle der Längsstreifung trete und dass weiter die Fleckung in Querstreifung übergehe. Die durch Übergänge verbundenen Arten der Zeichnung der Mauereidechse wären

Digitized by Google

somit Längsstreifung, Fleckung, Querstreifung oder Tigerung. Ob die Eidechsen von Nord oder Süd stammten, immer ließ sich derselbe Entwicklungsgang der Zeichnung nachweisen, und zwar bis in das kleinste Detail, von bestimmten Theilen der Längsstreifen ausgehend, in bestimmter Richtung wie nach einem vorgezeichneten Plane. Und gerade dieser Umstand sprach dafür, dass die Entstehung der Fleckenbildung aus der Längsstreifung und der Querstreifung aus der Fleckung nicht auf Zufälligkeit, sondern auf der Thätigkeit des Organismus selbst, die durch eine bestimmte Organisation physikalisch-chemischer Art bedingt ist, beruht. Dass es sich nicht um einen vereinzelten Fall, sondern um ein allgemeines Gesetz handle, folgt aus den weiteren Untersuchungen Eimers an anderen Reptilien, an Amphibien, Vögeln, Säugethieren, deren Ergebnisse in überraschender Übereinstimmung mit dem Befunde an der Mauereidechse stehen. So zeigte er an den Raubvögeln, dass deren Junge meist ein braunes Jugendkleid haben, welches mit schwarzen Längsspritzern gezeichnet ist, die zuweilen so aneinander gereiht sind, dass sie schwarzen Längslinien gleichen. Aus diesen entstehen mit fortschreitendem Alter grobe Flecken, welche endlich in Querstreifung übergehen. Die Rückenseite nimmt zuerst die neue Zeichnung an, am Bauche erhält sich die vorhergehende am längsten. Man sieht noch die Querstreifung in Form von Querbinden an der Unterseite des Schwanzes und der Flügel, wenn der Rücken bereits einfärbig ist. Zuletzt wird auch die

Digitized by Google

Unterseite einfärbig. Diese Wandlung der Zeichnung wird auch von einer Wandlung der Färbung begleitet. Braun verändert sich in Braunroth, Grau in Graublau und manchmal in Schwarz. Bei den Eidechsen wie bei den Vögeln ergab sich, dass die neuen Eigenschaften zuerst am hintern Theile des Körpers auftreten und sich von da nach vorne über denselben ausbreiten. Dort erhalten sich die alten am längsten, allmählich treten auch hier die neuen an die Stelle, während wieder an dem entgegengesetzten Ende andere entstehen mögen. Eimer fand ferner, dass die Weibchen in Färbung und Zeichnung viel mehr den Jungen gleichen als die Männchen, dass diese also vorwärts schreiten, während jene zurückbleiben, eine Erscheinung, welche er mit dem Ausdrucke der männlichen Präponderanz bezeichnete. Von den Männchen werden die neuen Charaktere, welche sich zuerst bei ihnen zeigen, nach und nach auf die Weibchen und ihre Jungen übertragen. Bei den Säugethieren lässt sich nicht nur aus dem Verhalten des Kleides bei vielen Jungen der Nachweis liefern, dass Längsstreifung einst häufiger gewesen als jetzt, sondern auch die Umwandlung dieser in Fleckung und der Fleckung in Querstreifung oder mit Überspringung einer Zwischenform in Einfärbigkeit leicht verfolgen. Eimer berücksichtigte besonders die Raubthiere, als deren Stammform er die Zibethkatzen (Viverriden) erkannte. Bei *Viverra indica* sieht man ausser einem Mittelrückenstreifen jederseits noch drei Längsstreifen, auf welche nach unten drei

Digitized by Google

andere, aber aus Flecken zusammengesetzte Streifen folgen. Bei den Männchen von *Viverra genetta* sind bis auf den über die Mitte des Rückens laufenden Streifen alle anderen in Flecke aufgelöst. Bei *Viverra civetta* sind noch der Mittelrückenstreif und jederseits ein unterbrochener Längsstreif erhalten, im übrigen hat sich durch Zusammenfließen der übereinander liegenden Flecken Querstreifung herausgebildet. Auf die Zeichnung der Viverriden lassen sich die Zeichnungen der anderen Familien, soweit eben solche noch vorhanden sind, zurückführen, und zwar ist es möglich, noch aus Spuren den Zusammenhang zu erkennen und die verwandtschaftlichen Beziehungen festzustellen, weil die Entwicklung keine zufällige, sondern eine gesetzmäßige ist. Nur tritt bei den Säugethieren die Umbildung der Zeichnung nicht zuerst hinten auf und bewegt sich nach vorne, sondern an den Seiten und sie schreitet von unten nach oben, so dass auf dem Rücken die alten Eigenschaften am längsten verbleiben. Die Gesetzmäßigkeit der Zeichnung bei Schmetterlingen wies Eimer an der über die ganze Erde verbreiteten Gruppe der Papilioniden nach, zu welcher unser Segelfalter gehört. Von dem in Nord-China einheimischen *Papilio alebion* ausgehend, der mit elf längeren und kürzeren dunklen Längsstreifen auf den Vorderflügeln versehen ist, zeigte Eimer, wie die Zeichnung aller anderen Arten auf demselben Grundplan beruht. Die Längsstreifen verkürzen sich in der Richtung von hinten nach vorne, fließen zusammen oder gehen verloren,

Digitized by Google

werden häufig zu Flecken, und indem sie sich durch die Queradern der Flügel mit einander verbinden, entsteht eine Querzeichnung. Bemerkenswert und mit den gewöhnlichen Anschauungen im Widerspruch ist auch das Ergebnis, dass bei diesen Umwandlungen keineswegs die Tendenz der Vervollkommnung und Verschönerung der Zeichnung, sondern im Gegentheil die der Vereinfachung zutage tritt.

Durch die Theorie von der Wirkung innerer, physikalisch-chemischer, in der Constitution der Thiere gelegenen Ursachen werden wir auch aus einer Verlegenheit befreit, in die uns die Theorie der natürlichen Zuchtwahl bei der Beurtheilung mancher Eigenschaften versetzt. Denn da diese das Überleben des Zweckmäßigen bedeutet, also das Nützlichkeitsprincip aufstellt, werden wir angetrieben, das Nützliche überall zu suchen. Nicht wenige falsche Erklärungen wurden so hervorgerufen, weil jenes Princip die Annahme unnützer oder nachtheiliger Eigenschaften ausschließt. Dieser Zwang fällt hinweg. Aus dem Zusammenwirken innerer und äußerer Ursachen kann neben dem Nützlichen auch Schädliches entstehen, das allerdings im Kampfe um das Dasein wieder untergehen mag. Der Nutzen, sagt Eimer, ist nur der Regulator der constitutionellen Veränderungen der Organismen.

Meine Damen und Herren! Man behauptet gewöhnlich, Kleider machen Leute. Ich glaube Sie zur Überzeugung gebracht zu haben, dass man mit noch viel größerem Rechte sagen könnte, Kleider machen

Digitized by Google

Thiere. Die Färbung oder Zeichnung der Thiere ist wirklich der Ausdruck einer Individualität, Ausdruck von Mischungsverhältnissen bestimmter Art und darum von höchstem Werte nicht nur zur Erkenntnis des Thieres selbst, sondern in vielen Fällen sogar seiner Ahnen, seines ganzen Stammbaumes. Und mehr kann man doch nicht von einem Kleide verlangen, als dass es uns sofort aufklärt, mit wem man es zu thun habe und welcher Linie er angehöre.

Digitized by Google

Digitized by Google

Die bacteriologische

Wasseruntersuchung

und ihre Ergebnisse.

Von

Prof. Max Gruber.

Vortrag, gehalten den 11. December 1889.

(Mit Demonstrationen.)

Digitized by Google

Digitized by Google

Die Überzeugung, dass das Trinkwasser gelegentlich zur Krankheitsursache werden könne, ist uralt. Mit besonderer Vorliebe hat man immer gewisse Massenerkrankungen auf verderbtes Wasser zurückgeführt. Es ist bekannt, wie einfach man oft zu Pestzeiten die Entstehung der Krankheit damit erklärte, dass Gift in die Brunnen gegossen worden sei, und wie verhängnisvoll diese vorgefasste Meinung für die Juden wurde. Aber auch vor dem kritischen Auge unserer Zeit hat die Trinkwasserhypothese Stand gehalten und gehäuft liegen Beobachtungen, insbesondere bei Typhus- und Choleraepidemien vor, aus denen mit größerer oder geringerer Wahrscheinlichkeit gefolgert wurde, dass der Krankheitsstoff durch das Wasser verbreitet worden sei.

Sie begreifen, dass bei dieser Sachlage die junge hygienische Experimentalforschung eine ihrer hauptsächlichsten und zähesten Bemühungen darauf richtete, in solchen Fällen den Krankheitsstoff im verdächtigen Wasser aufzufinden und damit den unwiderleglichen Beweis für die Richtigkeit des Wahrscheinlichkeitsschlusses zu führen.

Es würde die Zeit, während deren ich Ihre Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen darf, nicht ausrei-

Digitized by Google

chen, wenn ich mich auf eine Kritik der epidemiologischen Wahrscheinlichkeitsbeweise für die sogenannte „Trinkwassertheorie“ einlassen wollte. Der Beweis wird entweder so geführt, dass man zeigt, dass die an Typhus oder Cholera Erkrankten gleichen Wasserbezug hatten, dass nur solche Personen, welche eine bestimmte Wasserbezugsquelle hatten, erkrankt sind, dass z. B. eine örtlich begrenzte Typhusepidemie im Versorgungsbereiche eines Brunnens aufgetreten sei, oder, wie man sich auch ausdrückt, dass Wasserfeld und Typhus- (Cholera-) Feld einander decken. — In anderen Fällen schließt man auf die Verbreitung des Krankheitsstoffes durch das Wasser, wenn im Verlaufe einer Epidemie ein verdächtiger Brunnen oder anderer verdächtiger Wasserbezug gesperrt worden und in kürzerer oder längerer Frist nachher die Epidemie erloschen ist. — Ein drittes epidemiologisches Hauptbeweisverfahren besteht darin, zu zeigen, wie nach Einführung einer neuen oder Verbesserung der alten Wasserversorgung die Häufigkeit des Typhus oder die Schwere der Choleraepidemien in ganzen Ortschaften und Städten abgenommen hat.

So überzeugend der erste Eindruck dieser Thatsachen ist, so wird man doch über ihre Beweiskraft sehr zweifelhaft, wenn man hört, dass herdweises Auftreten von Typhus (und auch von Cholera) in einzelnen Ortstheilen etwas überaus häufiges ist und oft beobachtet wird, ohne dass eine gemeinschaftliche Besonderheit der Wasserversorgung dieser Ortstheile besteht;

Digitized by Google

wenn man weiß, dass Typhus- und Choleraepidemien überhaupt nur eine beschränkte Dauer haben und oft in wenigen Tagen erlöschen, auch wenn in der Wasserversorgung gar nichts geändert worden ist; wenn man erfährt, dass, ganz unabhängig von unseren sanitären Maßregeln und aus zum Theil unbekannten Gründen, die Häufigkeit und Schwere der Erkrankungen in den verschiedenen Choleraepidemien eines Ortes überaus ungleich ist, dass insbesondere die Häufigkeit des Typhus, ebenso unabhängig von unserem Dazuthun, periodisch zu- und abnimmt und in der Reihenfolge der Jahre und Jahrzehnte innerhalb weiter Grenzen schwankt. Diesen allgemeinen Erfahrungen gegenüber steigt der Verdacht auf, ob man bei der Beweisführung für die ätiologische Bedeutung des Trinkwassers nicht dem Fehlschlusse: „Post hoc, ergo propter hoc“ verfallen sei. Um so dringender stellt sich das Bedürfnis heraus, Methoden zu finden, welche den unmittelbaren Nachweis des Krankheitsstoffes im Wasser gestatten.

Es ist noch nicht lange her, dass man klare Vorstellungen über die Natur der Krankheitsstoffe besitzt, durch deren Eindringen in den Körper die sogenannten Infectionskrankheiten hervorgerufen werden. Früher meinte man zum Beispiel, Typhus und Cholera könnten durch Aufnahme von Producten der gewöhnlichen Fäulnis erzeugt werden, und damals meinte man, die Fähigkeit eines Wassers, die genannten Krankheiten zu erzeugen, bewiesen zu haben, wenn man durch die

Digitized by Google

chemische Analyse zeigen konnte, dass das Wasser Fäulnisproducte oder Begleitstoffe derselben enthalte. Dieses Beweisverfahren, das leider noch immer nicht ganz verlassen ist, entbehrt heute durchaus der wissenschaftlichen Berechtigung, seit wir wissen, dass die Infectionskrankheiten parasitäre Krankheiten sind, dass sie durch das Eindringen und die Vegetation kleinster Lebewesen hervorgerufen werden. Typhus und Cholera können niemals durch Faulstoffe erzeugt werden, sondern nur durch die Aufnahme der specifischen Typhus- und Cholerakeime. Wenn man also beweisen will, dass ein Wasser infectiös wirke, muss man den betreffenden Krankheitskeim im Wasser aufzufinden suchen.

Man betrat demnach den Weg der mikroskopischen Wasseruntersuchung. Man betrachtete Tröpfchen des Wassers sofort unter dem Mikroskope; man ließ Proben des Wassers längere Zeit ruhig stehen und untersuchte dann das Häutchen, das sich etwa auf der Oberfläche gebildet hatte, und den Bodensatz. Wir wenden diese Verfahren auch heute noch an und ergänzen sie, indem wir Trockenpräparate vom Wasser, Bodensatze u. s. w. herstellen und diese in verschiedener Weise färben. Aber so wertvoll diese Methoden sind, um die Beschaffenheit der Sinkstoffe eines Wassers zu erkennen, für die Auffindung von Infusorien, Algen, höher entwickelten Spaltpilzen, Eiern von Eingeweidewürmern und dergleichen größeren und charakteristisch geformten Gebilden, zum Nachweise der Infections-

Digitized by Google

stoffe reichen sie nicht aus. Die meisten dieser Mikroorganismen sind so klein und lassen gegenüber ihren überall verbreiteten harmlosen Verwandten in ihrem Äußeren so wenig Besonderheiten erkennen, dass es meist ganz unmöglich ist, die einzelnen Individuen in einem Gemenge ähnlicher Gestalten zu erkennen. So ist man nicht im Stande, die Typhusbacterien unter den verschiedenen anderen Stäbchenbacterien, die sich fast in jedem Wasser vorfinden, mikroskopisch herauszufinden, und ebenso würde der mikroskopische Nachweis von Kommabacillen in einem Wasser nicht beweisen, dass es Cholerakeime enthält.

Diese kleinsten Wesen vermögen wir nur dadurch von einander zu unterscheiden, dass wir ihre Lebenseigenschaften feststellen, dass wir ermitteln, von welchen Stoffen sie sich ernähren, bei welchen Temperaturen sie gedeihen, welche Formentwicklungen sie durchlaufen, welche Zersetzungen sie in ihren Nährmedien hervorrufen u. s. w. Darin bestehen die gewaltigsten Unterschiede unter den Mikrobien, respective unter den in erster Linie in Betracht kommenden Bacterienarten.

Diese Unterschiede treten aber nur dann deutlich hervor, wenn man die Art rein und unvermischt mit anderen beobachten kann. Da man es in den Untersuchungsobjecten meist, im Wasser immer mit Gemischen von Arten zu thun hat, so ist also die erste Forderung, die erfüllt sein muss, wenn wir Infectionskeime auffinden sollen, eine Methode, welche die ein-

Digitized by Google

zelnen Mikrobienarten aus Gemischen von einander zu sondern und für sich weiter zu züchten gestattet, eine Reinculturmethode, wie wir sagen. An einer solchen Methode hat es nun lange gemangelt und ihr Fehlen war lange das Haupthemmnis der Erforschung dieses Mikrokosmus.

Die erste allgemein (und auch für Wasser) anwendbare Methode der Reincultur war das Listersche, respective Naegeli-Buchner'sche Verfahren der Einzelaussaat. Die bacterienhaltige Substanz wird mit einer keimfrei gemachten Flüssigkeit (Wasser, Fleischbrühe u. dergl.) vermischt und aufs sorgfältigste darin gleichmäßig vertheilt. Die Verdünnung der ursprünglichen Substanz ist dabei 1000fach, 10.000fach, 100.000fach, 1-, 10-, ja 100,000.000fach. Das richtet sich nach dem Keimreichthum des zu untersuchenden Gegenstandes. Jedenfalls muss die Verdünnung soweit getrieben werden, dass die einzelnen Keime im Augenblicke der gleichmäßigen Vertheilung durch dicke Flüssigkeitsschichten voneinander getrennt und so spärlich vorhanden sind, dass durchaus nicht in jedem Tröpfchen, das entnommen wird, je ein Keim enthalten ist. Unmittelbar, nachdem man durch Schütteln u. s. w. die Trennung und Vertheilung der Keime erreicht hat, überträgt man kleine Tröpfchen des Gemisches (z. B. je 10 *cmm*) in keimfrei gemachte Gefässe (z. B. Eprouvetten), welche ein Nährmedium für die Mikrobien (Fleischbrühe, Bierhefenabkochung u. dergl.) enthalten. Jedes Gefäß empfängt ein Tröpfchen. Je weiter man

Digitized by Google

die Verdünnung der ursprünglichen Substanz getrieben hat, je spärlicher jenes Mikrobium, dessen man habhaft werden möchte, in derselben vorhanden war, um so zahlreicher muss man dann auch die Aussaaten vornehmen; 50, 100 und noch mehr Culturgefäße mit Tröpfchen beschicken. Man überlässt dann die Proben sich selbst, bei Zimmertemperatur oder bei Körperwärme, und wartet die Entwicklung der ausgesäeten Keime ab. Ist der Versuch gelungen, so wird eine Anzahl der besäeten Gefäße dauernd ohne Vegetation bleiben, weil in dem eingebrachten Tröpfchen überhaupt kein Keim enthalten war; in den anderen wird sich Wachsthum einstellen, mit freiem Auge kenntlich an eintretenden Trübungen, Bodensätzen, Deckhäutchen, Farbveränderungen, Zersetzungen in den bis dahin klaren Medien. Da in jedes Gefäß nur ein Keim gebracht wurde, stammt jede Vegetation von einem einzelnen Keime ab und ist daher rein. Man kann nun jede für sich weiter züchten und studieren.

Das beschriebene Verfahren ist grundsätzlich tadellos, in umfassender Weise anwendbar, der reichsten Abänderungen bezüglich der Nährmedien und übrigen Lebensbedingungen fähig. Es wird daher in Ausnahmsfällen noch immer angewandt. Seine Schattenseite werden Sie aber schon aus der kurzen Beschreibung erkannt haben. Es ist überaus mühsam und langwierig. Da man von vornherein nicht genau weiß, welche Verdünnung des Ausgangsmateriales nothwendig ist, um die Keime genügend weit voneinander zu trennen, ist

Digitized by Google

man gezwungen, mehrere Verdünnungsgrade herzustellen (z. B. 1000fach, 100.000fach, 1,000.000fach) und aus jeder Verdünnung nun, wie Sie gehört haben, 50 und 100 Culturgefäße zu besäen. Ein umfangreicher Apparat und tagelange Vorbereitungen sind für jeden einzelnen Versuch erforderlich. Hat man die richtige Verdünnung nicht getroffen, dann muss das ganze Verfahren erneuert werden, wenn nicht inzwischen das Material schon überhaupt verdorben ist.

Sie werden es glauben, dass mit dieser Methode allein nur sehr langsam Fortschritte in der Erkenntnis gemacht werden konnten, und dass es nicht gerade lockend war, sich diesen Studien zu widmen. Das wurde nun mit einem Schlage anders durch die Einführung der Reincultur auf festem Nährboden durch Robert Koch.

Bei dem Verfahren durch Einzelaussaat, wie es eben beschrieben wurde, gibt es nach jedem Durchschütteln einen Augenblick, wo in dem Gemische die Keime vollständig voneinander gesondert sind. Alsbald aber beim ruhigen Stehen senken sich die Keime zu Boden oder suchen die Oberfläche auf. Sie und ihre Nachkommenschaft bilden wieder Gemenge, mit denen nichts anzufangen ist. Deshalb muss man ja den Augenblick benutzen und die Dutzende und Hunderte von Tröpfchenaussaaten machen.

Unvergleichlich bequemer wäre es, wenn man den Zustand der Sonderung der Keime in den ursprünglichen Verdünnungen selbst aufrechterhalten könnte.

Digitized by Google

Und dies gelingt, wenn man zur Verdünnung und Vertheilung des Untersuchungsmateriales Flüssigkeiten verwendet, die momentan zum Erstarren gebracht werden können. Dies ist das geniale Princip des Koch'schen Verfahrens. Er verwendet Nährmedien, denen Leim oder Agar (ein Seetang) zugesetzt sind. Diese Medien sind bei gewöhnlicher Temperatur feste, durchsichtige Gallerten. Durch gelindes Erwärmen werden sie flüssig und können nun wie andere Flüssigkeiten zur Verdünnung und Vertheilung des Keimmateriales dienen. Im Momente, wo die Vertheilung und Sonderung der Keime vollzogen ist, kühlt man rasch ab: die Masse erstarrt, jeder Keim bleibt dauernd von dem andern getrennt, seine Nachkommenschaft muss an demselben Orte liegen bleiben und sich anhäufen, an dem der Mutterkeim im Momente des Erstarrens sich befunden hat, und man hat schließlich in dem einen Medium nebeneinander, oft nächstbenachbart, aber doch völlig getrennt, Reinculturen der entwicklungsfähigen Mikrobien des Ausgangsmateriales, Colonien, wie wir sie nennen. In der Hauptsache führt also hier ein höchst einfacher Handgriff zu dem Ergebnisse, das früher durch die mühsamen Einzelaussaaten gewonnen werden musste.

Die bacteriologische Wasseruntersuchung, wie sie heute in der Regel ausgeführt wird, ist ein Beispiel des allgemeinen Culturverfahrens, das nur unwesentliche Anpassungen, der besonderen Aufgabe gemäß, erfahren hat. Wenn ich Ihnen, hochgeehrte Anwesende, jetzt

Digitized by Google

den Gang der bacteriologischen Wasseruntersuchung vorführe, sehen Sie die Technik des Koch'schen Verfahrens überhaupt. Vorbedingung jedes bacteriologischen Experimentes ist es, dass man über keimfreie, „sterilisierte" Gefässe, Instrumente, Nährmedien u. s. w. verfügt. Alles, was mit den zu untersuchenden Objecten in Berührung kommt, muss vorerst von seinem natürlichen Keimgehalte befreit worden sein. Zu diesem Behufe bedienen wir uns der sichersten Verfahren zur Abtödtung der Mikrobien: des Ausglühens, der trockenen Hitze von 140—150°, des Wasserdampfes von 100° und darüber. Solche Dinge, die wir nicht so hoch erhitzen können, sterilisieren wir durch Waschen und Benetzen mit Quecksilbersublimatlösung (1—5 *g* auf 1 *l* Wasser). Alle Geräthe, die ich hier verwende, sind also entweder schon steril oder ich werde sie beim Versuche selbst sterilisieren.

Sie sehen hier in diesen Eprouvetten unter Baumwollverschluss Proben unseres gewöhnlichsten Nährmediums, der sogenannten Fleischwasserpeptongelatine (500 *g* Fleisch werden mit 1 *l* Wasser 12 Stunden lang maceriert, dann abgepresst und coliert. Die Colatur wird mit 1% Pepton, 0·5% Kochsalz und 10% Gelatine versetzt, neutralisiert, zur Abscheidung der Eiweißstoffe gekocht und filtriert). Ich verflüssige die Gallerte durch Eintauchen in circa 30gradiges Wasser.

Hier in diesem mit einem Baumwollpfropf verschlossenen Kölbchen habe ich eine Probe des zu untersuchenden, eben geschöpften Wassers. Das Schöpfen

Digitized by Google

muss unter ganz besonderen Vorsichtsmassregeln geschehen. Ich will mich hierauf und auf den Transport der Proben ins Laboratorium nicht näher einlassen. Nur das möchte ich betonen, dass sich mit Wässern, die, in gewöhnlichen, nicht sterilisierten Gefässen ohne weitere Vorsichtsmaßregeln gesammelt, oft nach mehrtägigem Transporte im Laboratorium anlangen, bacteriologisch nichts anfangen lässt.

Ich werde nun eine gemessene Menge des Wassers mit dem verflüssigten Nährmedium vermischen. Zu dem Behufe benetze ich mir zunächst die Hände mit Sublimatlösung, hauptsächlich um ein Abstäuben der Keime von meiner Haut zu verhüten. Ich verbrenne nun oberflächlich die Baumwollpfröpfe, welche Cultur- und Wassergefäß verschließen. Diese Pfröpfe sind vortreffliche Filter gegen die Luftkeime. Die darauffallenden Keime bleiben in den obersten Schichten liegen. Beim Öffnen des Gefäßes könnten sie aber in dasselbe hineinfallen, sie müssen daher vorher getödtet werden. Hierauf entnehme ich dieser Büchse eine kleine Pipette; sie misst genau 1 *ccm* ab. Ich lüfte den Pfropf des Wasserkölbchens, tauche die Pipette ein, sauge sie vorsichtig voll, lasse den Überschuss des Wassers bis zur Marke ausfließen und entleere sie nun in das Röhrchen mit der Nährgelatine. Sofort werden die Pfropfen wieder aufgesetzt. Durch vorsichtiges Neigen und Wiederaufrichten und Rollen des Röhrchens mische ich nun so sorgfältig als möglich die Gelatine mit dem Wasser. So, nun bin ich sicher, dass die Mischung gleichmäßig

Digitized by Google

geworden ist. Ich könnte jetzt das Röhrchen in kaltes Wasser eintauchen und das Gemisch zum Erstarren bringen. Würde ich dann das Röhrchen bei Zimmertemperatur hinstellen, so würde ich in 2—3 Tagen in der klaren Gallerte weiße und gefärbte Kügelchen und Körnchen auftreten sehen, deren jedes eine Reincultur einer Mikrobienart darstellt.

Allein mit diesem Vorgehen wäre uns wenig gedient. Ich könnte die in dem massiven Gelatinecylinder eingeschlossenen Colonien nicht mit stärkeren Vergrößerungssystemen betrachten. Es wäre unmöglich, aus der Tiefe des Röhrchens Proben von den einzelnen Colonien, nicht verunreinigt mit anderen, hervorzuholen, um die Gestalt der sie zusammensetzenden Einzelwesen festzustellen und um sie auf neue Nährböden zur Weiterzüchtung zu überimpfen. Man gebraucht daher den Kunstgriff, die Gelatine in dünner Schichte ausgebreitet erstarren zu lassen.

Sie sehen hier einen dreieckigen Holzrahmen, der auf drei Stellschrauben ruht. Er trägt eine Glasschale, die mit Eiswasser vollständig gefüllt und mit einer Spiegelglasplatte bedeckt ist. Auf der Glasplatte steht diese Glasglocke. Mit Hilfe einer Libelle und der Stellschrauben stelle ich die Glasplatte vollkommen horizontal.

Ich flamme nun zunächst den Hals des Gelatineröhrchens nochmals ab. Dann befeuchte ich mir die Hände wieder mit Sublimat, ziehe aus dieser Büchse vorsichtig eine Glasplatte heraus und lege sie auf die

Digitized by Google

schon früher mit Sublimat gereinigte Spiegelglasplatte unter die Glocke. Nun befeuchte ich nochmals die Hände und die unteren Theile der Wand des Gelatineröhrchens, mische nochmals gründlich durch Neigen und Rollen, ziehe den Pfropf heraus, lüfte vorsichtig die Glocke und gieße nun das Gemisch auf die Glasplatte aus. Ich tauche den Rand der Eprouvette ein, vertheile rasch die Flüssigkeit möglichst gleichmäßig und gebe der Schichte eine regelmäßige Gestalt. Da die Platte horizontal liegt, ist das leicht möglich. Ich muss mich aber sehr sputen, denn die Masse erstarrt sehr rasch. Sie sehen: schon ist sie fest geworden. Ich kann die Glasplatte aufheben, neigen, umkehren, ohne dass etwas abfließen oder die Schichte ihre Gestalt verändern würde; die Culturplatte ist fertig. Nun muss die Entwicklung der Colonien abgewartet werden. Zu dem Behufe lege ich die Platte auf ein Glasbänkchen in diese Glasschale hier und stülpe sogleich den übergreifenden Glasdeckel darüber. Auf dem Boden der Schale befindet sich etwas Sublimatlösung. — Offen an der Luft dürfte ich die Platte nicht liegen lassen. Die obersten Schichten der Gallerte würden durch Verdunstung rasch austrocknen und damit wäre das Wachsthum der Mikrobien unmöglich gemacht.

Außerdem muss die Platte aber auch vor den in der Luft befindlichen Keimen geschützt werden. Ich habe früher gesagt, alles, was mit dem Untersuchungsobjecte in Berührung kommt, muss sterilisiert sein. Sie haben aber wohl bemerkt, dass dies nicht ganz der

Digitized by Google

Wahrheit entspricht. Die Luft, in der ich so viele Manipulationen vorgenommen habe, wurde keinerlei Reinigungsverfahren unterzogen. Es hat die Erfahrung eben gelehrt, dass dies nicht nothwendig ist. Wenn man sich hütet, Staub aufzuwirbeln — und Sie haben wohl bemerkt, dass ich alle Bewegungen möglichst ruhig ausgeführt habe — dann ist die Luft sehr arm an Keimen. Kürzt man die Zeit, während deren die Platte sich unbedeckt an der Luft befindet, so viel als möglich ab, so ist die Gefahr, Keime aus der Luft auf die Platte zu bekommen, sehr gering. Einige wenige Keime, die auf die Platte fallen, bringen übrigens auch keinen großen Schaden. Auch sie müssen ja dort liegen bleiben, wohin sie gefallen sind, nur hier können sie sich vermehren und Veränderungen hervorrufen. Die Reincultur stören sie in keiner Weise. Darin liegt auch ein großer Vorzug der Koch'schen Methode. Gelangt in ein flüssiges Nährmedium ein fremder Keim hinein, dann ist die Culturprobe verdorben, da sich seine Nachkommenschaft schrankenlos ausbreitet und mit den ausgesäeten Keimen vermischt.

Wollte ich die Untersuchung dieser Wasserprobe hier durchführen, so müsste ich genau so, wie Sie es eben gesehen haben, noch mehrere Platten anlegen, und zwar am besten mit abgestuften Wassermengen. Ich würde Platten mit je $^1/_2$ *ccm*, 5 Tropfen, 1 Tropfen des Wassers besäen. Hätte mich die mikroskopische Untersuchung des Wassers belehrt, dass es sehr reich an Keimen ist, dann würde ich zweckmäßig zuerst

Digitized by Google

Verdünnungen machen, z. B. 10 *ccm* des Wassers mit sterilem Wasser auf 100 oder 1000 *ccm* verdünnen und erst von diesen Verdünnungen 1 *ccm*, $^1/_2$ *ccm* oder Tropfen zur Aussaat verwenden.

Die ursprüngliche Koch'sche Plattenculturmethode hat mancherlei Abänderungen erfahren. Verwendet man statt der Platten ein Paar flacher Schälchen, wie Sie eines hier sehen — die Deckelschale greift mit ihrem Rande über die untere — dann kann man des ganzen Gießapparates mit Dreifuß, Wasserschale, Spiegelglasplatte u. s. w. entbehren. Da der aufgekrempte Rand des Schälchens das Abfließen der Gelatine verhindert, ist es nicht nothwendig, es genau horizontal aufzustellen. Für Arbeiten außerhalb des Laboratoriums noch besser geeignet ist die sogenannte Rollröhrchenmethode. Statt das Gemische von Gelatine und Wasser auszugießen, verschließe ich den Hals des Röhrchens mit einer Kautschukkappe, um Benetzung des Pfropfens und Eindringen von Wasser zu verhüten, und lege das Röhrchen horizontal auf kaltes Wasser. Während es schwimmt, rolle ich es um seine Längsaxe. Die Gelatine erstarrt in kurzer Zeit in Form eines dünnen Überzuges auf der inneren Wandfläche. Wir haben also eine aufgerollte Gelatineplatte. Jede Luftverunreinigung ist dabei ausgeschlossen, der erforderliche Apparat noch kleiner, der Transport bequem.

Da die Gelatine in dünner Schichte die Wand überzieht, ist sie ihrer ganzen Dicke nach der mikroskopischen Untersuchung zugänglich. Die Probenent-

Digitized by Google

nahme von den Colonien ist nicht behindert. Zweckmäßig ist es, zur Rollcultur Röhrchen mit verengtem Halse zu verwenden, da sonst ein Theil der Gelatine vom Pfropfe aufgesogen wird. Für Wasseruntersuchungen noch geeigneter sind derartige dünnwandige, ganz flache Fläschchen, wie Sie hier eines sehen. Das Einbringen des Wassers, das Mischen u. s. w. geschieht genau so wie früher, dann legt man das Fläschchen möglichst horizontal auf eine kalte Fläche, die Gelatine erstarrt und man hat nun eine Culturplatte unter Glas und Baumwollverschluss, welche fast alle Vortheile der offenen Platten bietet und leicht verschickt werden kann.

Ich habe schon vor mehreren Tagen Platten-, Schälchen-, Rollröhrchen-Culturen mit zweierlei Wasser, Hochquell- und Canalwasser, angelegt und Sie sehen hier die Ergebnisse. Jeder der winzigen Keime, die anfangs auch mit dem Mikroskope in der Platte nicht wären aufzufinden gewesen, hat sich unter den günstigen Lebensbedingungen, die er hier in der Platte angetroffen hat, vermehrt. Die Vermehrung dieser kleinen Kerle geht so ungeheuer rasch vor sich, dass heute nach drei Tagen die Zahl der Nachkommen jedes einzelnen schon nach Millionen zu bemessen ist. Alle diese Millionen werden im festen Nährboden beisammen gehalten und so wird die „Colonie“ schon dem freien Auge erkennbar. Alle diese verschieden gestalteten und gefärbten Tröpfchen und Schüppchen, Körnchen und Trübungen sind Bacteriencolonien. Jede einzelne

Digitized by Google

entspricht je einem Keime des ausgesäeten Wassers.[1]) Die Zahl der Colonien gibt uns also auch Aufschluss über den ursprünglichen Keimreichthum des Wassers. Der Unterschied zwischen unserem Trinkwasser und diesem Canalwasser in dieser Beziehung könnte kaum größer sein. Jede dieser beiden Platten ist mit je 1 *ccm* beschickt, das Trinkwasser wurde unverdünnt verwendet, das Canalwasser in tausendfacher Verdünnung. In dem einen Cubikcentimeter der Verdünnung war also nur $^1/_{1000}$ *ccm*, = 1 *cmm* des ursprünglichen Wassers. Trotzdem sehen Sie hier auf der Trinkwasserplatte nur spärliche Colonien (es dürften zwischen 50 und 60 sein), während sich hier auf der Canalwasserplatte Tausende und Abertausende drängen.

Schon bei der oberflächlichen Betrachtung fällt Ihnen ferner gewiss auf, wie verschieden die Colonien aussehen. Am deutlichsten unterscheiden sie sich darin, dass ein Theil der Colonien das Ansehen von mit Flüssigkeit gefüllten Näpfchen hat — diese verflüssigen eben den Leim — während die anderen die Gelatine fest lassen. Aber auch sonst bemerken Sie sofort große Unterschiede im Äußern und erkennen daraus, dass es sich wirklich um verschiedene Mikrobienarten handelt. Sie werden es glauben, dass man bei mikroskopischer Untersuchung noch weitere Unterscheidungsmerkmale entdeckt und auf diese Weise im

---

[1]) Auf die Einschränkungen, die dieser Satz zu erfahren hat, kann hier nicht eingegangen werden.

Digitized by Google

Stande ist, die verschiedenen Organismenarten zu erkennen und zu bestimmen.

Mit Hilfe dieses Verfahrens ist es also auch möglich, Krankheitskeime, die sich unter den unschädlichen gewöhnlichen Wassermikrobien befinden, aufzufinden und damit den infectiösen Charakter des Wassers sicherzustellen.

Es ist denn auch schon einigemale gelungen, pathogene Keime in Wässern aufzufinden, so den Bacillus der Mäusesepticämie, Eitercoccen, Friedländers sogenannten Pneumoniecoccus. In dem Wasser eines kleinen Teiches (Tanks) bei Calcutta konnte Koch den Choleravibrio nachweisen, und mehrmals will man bei Gelegenheit von Typhusepidemien Typhusbacterien im verdächtigen Wasser angetroffen haben.

Ich will Ihnen aber nicht verhehlen, dass gerade der Nachweis von Typhusbacterien im Wasser mit ungemeinen Schwierigkeiten verbunden ist, indem in den Wässern weit verbreitet Bacterienarten vorkommen, die den Typhusstäbchen ungemein ähnlich sind, so dass diese nur durch die sorgfältigste, umsichtigste und gewissenhafteste Untersuchung von den bedeutungslosen Arten unterschieden werden können. Wenigstens einzelnen jener Funde gegenüber sind also Zweifel an ihrer Richtigkeit erlaubt.

Um so wichtiger sind daher die Ergebnisse von Versuchen, bei denen man dem Wasser absichtlich pathogene Bacterien: Choleravibrionen, Typhusbacterien, Milzbrandbacillen und ihre Sporen u. a. m. zuge-

Digitized by Google

setzt und deren Verhalten im Wasser unter verschiedenen Bedingungen beobachtet hat. Die Versuche werden so angestellt, dass man unmittelbar nach der Beimengung der betreffenden Reincultur durch Plattenaussaat feststellt, wie viele Keime der betreffenden Art in einem bestimmten Volumen (1 *ccm*) des Wassers vorhanden sind. Von Zeit zu Zeit säet man neue Proben aus und zählt die Colonien der betreffenden Art neuerdings. Aus der Vermehrung oder Verminderung der Colonienzahl in gleichen Wasservolumen erfährt man, ob eine Vermehrung der pathogenen Art im Wasser stattgefunden hat oder ob dieselbe abstarb, beziehungsweise mit welcher Schnelligkeit das Absterben erfolgt.

Alle Versuche, bei denen Versuchsfehler vermieden worden sind, haben übereinstimmend ergeben, dass in Wässern von der Zusammensetzung unserer Quell- und Brunnenwässer niemals ein Wachsthum, eine Vermehrung der pathogenen Bacterien eintritt, und dies gilt insbesondere auch für die Cholera- und Typhuskeime. Sie bedürfen reichlicherer, concentrierterer Nahrung, als ihnen selbst in stark verunreinigten Brunnenwässern dargeboten wird.

Dagegen kommt man zu verschiedenen Resultaten bezüglich der Lebensdauer der ausgesäeten Mikrobien, je nach den Versuchsbedingungen, welche man anwendet. Es gelingt, die ausgesäeten Keime ziemlich lang lebend zu erhalten, zu conservieren, wenn man das Wasser von seinem natürlichen Keimgehalt befreit, vor Zusatz der betreffenden Cultur sterilisiert, und wenn

Digitized by Google

man die inficierten Proben bei Zimmertemperatur aufbewahrt. Je mehr man sich aber mit den Versuchsbedingungen den natürlichen Verhältnissen, unter denen sich bei uns das Grundwasser und die Wasserläufe befinden, nähert, um so rascher gehen die pathogenen Bacterien zugrunde. Dauersporen zwar, wie die des Milzbrandes, bleiben auch dann fast unbegrenzt lange lebensfähig. Aber die meisten Krankheitskeime sind nicht fähig, derartige widerstandsfähige Dauerfrüchte zu bilden (so auch die Typhus- und Cholerakeime), und die vegetativen Formen sind sämmtlich ungemein hinfällig.

Ganz besonders gilt dies vom Erreger der Cholera. So fanden Kraus und Hueppe übereinstimmend die zugesetzten Kommabacillen in $10^1/_2{}^0$, respective 10^0 C. warmem, nicht sterilisiertem Leitungswasser binnen 24 Stunden sammt und sonders todt; ebenso Karlinski, dass in Wasser von 8^0 C. mit natürlichem Keimgehalt 100 bis 40.000 Choleravibrionen pro 1 *ccm* am zweiten bis längstens am vierten Tage sammt und sonders abgestorben waren.

Etwas widerstandsfähiger sind die Typhusstäbchen. Kraus fand im keimhaltigen Wasser von $10^1/_2{}^0$ am fünften Tage noch $^1/_7$ der Aussaat lebend, erst am siebenten Tage alles abgestorben. Übereinstimmend damit stellte Karlinski fest, dass 40 bis 36.000 Typhusstäbchen pro 1 *ccm* binnen drei bis sieben Tagen in 8^0 warmem Wasser zugrunde gegangen waren. Hueppe konnte im keimhaltigen Wasser von 10^0 in

Digitized by Google

acht von zehn Versuchen noch am zehnten Tage vereinzelte lebende Typhuskeime auffinden. Erst am fünfzehnten Tage waren alle todt.

Bei höherer Temperatur von 16—20°, wie sie in Tagwässern zur Sommerszeit bei uns nicht selten sind, scheint die Lebensfähigkeit etwas länger erhalten zu bleiben. So fand Hueppe Choleravibrionen in nicht sterilisiertem Wasser von der angegebenen Temperatur in acht von zehn Versuchen allerdings ebenfalls binnen 24 Stunden abgestorben, einmal konnten aber noch am fünften und einmal am sechsten Tage einzelne lebende Exemplare (Colonien) aufgefunden werden.

Typhusstäbchen fand derselbe Beobachter im keimhaltigen Wasser von 16—20° in vier von zehn Versuchen am fünften Tage nach der Aussaat todt, in fünf Versuchen lebten noch am fünften, in vier noch am zehnten, ja in einem noch am zwanzigsten und dreißigsten Tage einzelne Keime.

Es bedarf keiner langen Ausführungen, wie wichtig derartige Versuchsergebnisse für die Epidemiologie der beiden Krankheiten sind. Es folgt aus ihnen, dass die alten Vorstellungen, als ob das Grundwasser eines ganzen Ortes von Typhus- und Cholerakeimen durchwuchert werden könnte, haltlos sind; dass selbst eine länger dauernde Infection eines einzelnen Brunnens unmöglich ist, wenn nicht stets neue Mengen von Krankheitskeimen hineingebracht werden. Andererseits lehren sie uns aber, dass Infectionskeime, die als locale Verunreinigung in das Wasser hineingelangen,

Digitized by Google

sich doch durch eine kurze Zeit — wenigstens in den kräftigsten Exemplaren — darin lebend erhalten können, selbst Cholerakeime bis zu drei Tage lang.[1]) Die Möglichkeit der Infection durch Brunnen- und Leitungswasser ist daher durchaus nicht mehr zu leugnen, und wir müssen daher alles thun, um uns vor derselben zu schützen.

Der beste Schutz wäre offenbar der, wenn wir Mittel hätten, einem Wasser von vornherein anzukennen, ob es Infectionsgefahr darbieten kann oder nicht, ob in dasselbe Infectionskeime überhaupt jemals hineingelangen können oder nicht.

Die Prüfung des Wassers auf Gehalt an pathogenen Mikrobien wäre ein ganz unzulängliches Schutzmittel. Denn ein Wasser, welches heute frei von Infectionskeimen ist, kann ja offenbar morgen welche enthalten, wenn die Möglichkeit ihres Eindringens überhaupt gegeben ist. Ist aber der Nachweis von Krankheitskeimen gelungen, dann ist es meist schon zu spät, die Infectionen haben bereits stattgefunden. Die Ermittlung der Identität einer verdächtigen Bacterienart mit einer bekannten pathogenen verursacht, wie ich schon früher hervorgehoben habe, soviel Zeit und Mühe, dass solche Versuche nur vorgenommen werden, wenn schon der bestimmte Verdacht gegen ein Wasser vorliegt. Es

[1]) Wenn im Wasser etwa Partikelchen guter Nährstoffe suspendiert sind, werden die Chancen der Conservierung pathogener Keime noch günstigere sein.

Digitized by Google

wäre unmöglich, derartige Untersuchungen auf alle Trink- und Brauchwässer auszudehnen.

Dazu kommen aber noch andere Erwägungen. Ich will Ihnen nicht verhehlen, dass unserem Plattenculturverfahren viele Mängel anhaften. Die gewöhnlichen Wasserbacterien entwickeln sich auf den Platten oft so rasch und mächtig, dass den langsamer wachsenden Krankheitskeimen keine Zeit bleibt, sichtbare Colonien zu bilden. Besonders verderblich erweisen sich in dieser Richtung die in den Wässern so verbreiteten, die Gelatine verflüssigenden Bacterien. Einige wenige Exemplare von solchen sind manchmal im Stande, in 2—3 Tagen die ganze Platte zu zerstören. Nur ausnahmsweise können wir die Beobachtung über 4—5 Tage hinaus erstrecken. Was bis dahin nicht zur Sichtbarkeit herangewachsen ist, entgeht dauernd unserer Wahrnehmung. — Manche Krankheitserreger wachsen überhaupt nicht bei niederen Temperaturen oder nicht auf Gelatine. — Noch schlimmer ist es, dass wir die pathogenen Mikrobien bei zahlreichen Infectionskrankheiten, so auch bei den hier in Betracht kommenden Ruhr und Wechselfieber nicht, beziehungsweise nur sehr unvollkommen kennen. Die Keime dieser Krankheiten können also im Wasser vorhanden sein, ohne dass wir es merken.

Wir müssen uns daher nach anderen Mitteln umsehen, um „gutes“ und „schlechtes“, infectionsverdächtiges von unverdächtigem Wasser zu unterscheiden und darnach unsere Wasserversorgung einrichten zu können.

Digitized by Google

Auch hier hat man zunächst zur chemischen Analyse des Wassers gegriffen. Wir benützen sie noch heute und es wäre unvernünftig, uns dieses Hilfsmittels zu entschlagen, das uns recht wertvolle Aufschlüsse über die Beschaffenheit eines Wassers geben kann. Bei der chemischen Wasseranalyse gehen wir (von dem Nachweise eigentlicher Giftstoffe abgesehen) hauptsächlich darauf aus, das Wasser auf den Gehalt an Fäulnisproducten zu prüfen, beziehungsweise aus dem Befunde zu erschließen, ob das Wasser mit Fäulnisherden in Berührung gekommen ist und ob es in diesem Falle seitdem eine genügende Reinigung erfahren hat oder nicht. Ein hoher Gehalt an frischen Fäulnisstoffen könnte das Wasser direct gesundheitsschädlich machen. Jedenfalls ist ein Wasser höchst unappetitlich, wenn es mit faulenden Stoffen in Berührung gekommen und seitdem nicht gereinigt ist. An dem Werte der chemischen Untersuchung wird der nicht zweifeln, dem es wie mir einmal passiert ist, dass er auf Grund der Analyse einem Brunnenbesitzer mittheilt, es müsste ein frischer Fäulnisherd mit dem Brunnen in Zusammenhang stehen, dass daraufhin der Brunnen untersucht und aus demselben fünf Stück ersäufte Kätzchen gezogen werden.

Hauptsächlich fahnden wir aber im Wasser nach Fäulnisstoffen auf Grund folgender Erwägung: „Fäulnisstoffe gelangen in den Boden hauptsächlich mit den menschlichen und thierischen Abfallstoffen. Mit und in den Abfallstoffen gelangen aber unter Umständen

Digitized by Google

auch Infectionskeime in den Boden. Unter normalen Verhältnissen hält der Boden die Fäulnisstoffe zurück und zerstört sie, so dass in den tieferen Schichten des Bodens und im hier befindlichen Wasser nichts mehr von ihnen aufzufinden ist oder doch nur Endproducte ihrer Zersetzung (Salpetersäure, Kohlensäure u. s. w.). Verlaufen die Dinge so, dann ist auch von den Infectionskeimen, die in den Boden gelangen, nichts mehr zu fürchten, auch sie werden gegebenenfalls entweder zurückgehalten oder zerstört werden.[1]) Finden sich aber Fäulnißstoffe oder Stoffe, welche auf unvollkommene Zersetzung derselben hinweisen, im Wasser vor, so ist dies ein Beweis, dass das Wasser keine oder keine genügende Reinigung im Boden erfahren hat, und dann können auch Infectionsstoffe in das Wasser übergehen. Solches Wasser ist daher schlecht, verdächtig, nicht verwendbar."

Dieser Art zu schließen gegenüber ist aber große Vorsicht geboten. Nur mit wesentlichen Einschränkungen können wir diese Erwägungen verwerten.

Dass es niemals zulässig ist, im Falle einer Ortsepidemie aus dem Gehalte eines Wassers an Fäulnisstoffen den Schluss zu ziehen, dass das Wasser inficierend gewirkt habe, haben wir schon eingangs hervorgehoben.

Aber auch bei dem Urtheile, ob ein Wasser verdächtig oder unverdächtig sei, wird man äußerst vor-

---

[1]) Derartiges Wasser ist demnach gut, unverdächtig, zum Genusse zulässig.

Digitized by Google

sichtig sein müssen. Freilich wird man im allgemeinen, wenn die Wahl möglich ist, ein Wasser bevorzugen, welches keinerlei der Abstammung von Fäulnisherden verdächtige Stoffe enthält. Man wird aber nicht vergessen dürfen, wie winzig klein die Mikrobien sind (250—10.000 Millionen wiegen erst 1 *mg*), so dass sie in ungeheurer Zahl in einem Wasser vorhanden sein können, ohne dass die kleine Menge gleichzeitig hineingelangter faulender oder fäulnisfähiger Substanz chemisch nachweisbar wäre. Ebensowenig ist zu übersehen, dass Infectionskeime auch ganz unabhängig von Menschen und seinen Ausscheidungen Verbreitung finden können, wie es ganz sicher mit den Keimen der Malaria der Fall ist. Trotz Reinheit im chemischen Sinne kann also ein Wasser infectiös sein oder werden.

Andererseits wird man sich aber auch vor einer zu rigorosen Verurtheilung eines Wassers hüten müssen, wenn die chemische Analyse Verdachtsmomente auf Fäulnisstoffe liefert. In den meisten Wässern finden wir Spuren von Verunreinigungen, und in manchen Gegenden sind gar keine Wässer aufzutreiben, die nicht in einem gewissen Grade verunreinigt wären. Die Grenze zwischen dem noch zulässigen und dem unzulässigen Grade der Verunreinigung ist aber fast rein arbiträr. Die Anwesenheit von gelösten Stoffen aus Fäulnisherden beweist auch noch keineswegs, dass nun auch Keime von dort im Wasser vorhanden sind oder ins Wasser gelangen können, denn gelöste Stoffe verhalten sich im Boden ganz anders als feste Theil-

Digitized by Google

chen, auch wenn diese so klein sind wie die Bacterien. Ein Wasser kann verhältnismäßig reich an gelösten Fäulnisproducten und doch dauernd frei von Keimen aller Art sein, wenn der Boden, durch den es gesickert ist, ein keimdichtes Filter darstellt. Ein solches Wasser kann dann auch nie Infectionsgefahr bieten und ohne Schaden genossen werden. Sie sehen, verehrte Anwesende, die chemische Analyse des Wassers bedarf einer Ergänzung und Richtigstellung durch andere Methoden.

Hier tritt nun wieder die bacteriologische Untersuchung des Wassers ein. Wir verfahren genau so, wie wir es früher besprochen haben. Auf den fertigen Platten suchen wir aber nicht lange nach Colonien pathogener Keime, die ja glücklicherweise in der ungeheuren Mehrzahl der Wässer überhaupt nicht vorhanden sind, sondern wir begnügen uns in der Hauptsache mit der Zählung aller Colonien.

Die Zählung der Colonien auf den Platten erleichtern wir uns durch einen Zählapparat, den Sie hier sehen. Die Culturplatte wird auf dieses schwarze Glas gelegt, dann wird diese Glasplatte darübergeklappt, welche im Quadrate von 1, resp. $^1/_3$ *cm* Seitenlänge getheilt ist. Man zählt entweder Quadrat für Quadrat alle Colonien ab, oder man zählt, wenn die Zahl der Colonien sehr groß ist, nur die Colonien in einer gewissen Anzahl von Quadraten, berechnet die Durchschnittszahl von Colonien auf einen Quadratcentimeter Fläche, misst die Gesammtfläche der Culturschichte

Digitized by Google

aus und multipliciert die pro ein Quadratcentimeter ermittelte Zahl mit der Zahl der von der Culturschichte eingenommenen Quadratcentimeter.

Die Zahl, welche angibt, wie viele Colonien (also Keime) in 1 *ccm* des unverdünnten Wassers vorhanden sind, dient uns als Grundlage der Beurtheilung. Wie ist es aber möglich, aus der Zahl der ganz unschädlichen Mikrobien (Saprophyten, die nur auf todtem Material gedeihen können) einen Schluss auf die Güte und Verwendbarkeit des Wassers zu ziehen?

Die bacteriologische Prüfung des Wassers, wie sie gewöhnlich vorgenommen wird, ist eigentlich eine Probe darauf, ob ein Wasser zuverlässig gut filtriert ist oder nicht, und zwar die feinste Probe, die sich überhaupt anstellen lässt. Und die Möglichkeit, aus dem Auftreten und der Zahl der Saprophytenkeime im Wasser auf die Beziehungen des Wassers zu Infectionskeimen zu schließen, beruht darauf, dass beide Wesen gleicher Gattung, insbesondere in physikalischer Beziehung gleichartig sind.

Die Berechtigung zu diesem Rückschlusse ergibt sich ganz klar, wenn wir die Controle der künstlichen Wasserfiltration durch die bacteriologische Untersuchung betrachten. An vielen Orten ist man gezwungen, stark verunreinigtes, verdächtiges Flusswasser zur Wasserversorgung zu benützen. Man unterwirft dann solches Wasser der Filtration durch große Sandfilter. Sowohl das unfiltrierte als das filtrierte Wasser werden

Digitized by Google

auf ihre Keimzahl geprüft. Stellt sich nun z. B. heraus, dass die Keimzahl im Filtrate nur 2% der Keimzahl des unfiltrierten Wassers beträgt, dass also 98% der saprophytischen Keime im Filter zurückgehalten worden sind, dann lässt sich mit aller Sicherheit erwarten, dass von etwa anwesenden Parasiten auch mindestens 98% zurückgehalten worden sind, dass demnach durch die Filtration die Infectionsgefahr um $^{98}/_{100}$ mindestens verringert worden ist.

In ganz ähnlicher Weise verwerten wir auch den Keimgehalt der natürlichen Wässer. Hier hat es freilich viel länger gedauert, bis man auf die richtige Fährte gekommen ist. Von dem ursprünglichen Irrthume, dass die Anzahl der Keime direct, etwa durch Beförderung von Verdauungsstörungen Einfluss auf die Gesundheit habe, ist man freilich bald zurückgekommen. Aber man erhielt anfänglich so wirre Ergebnisse bezüglich des Keimgehaltes der natürlichen Gewässer, dass man daraus Schlüsse überhaupt nicht ziehen konnte. Insbesondere waren es gewisse Versuchsfehler bei Aufsammlung und Transport der Probe, welche man erst vermeiden lernen musste, bevor man zu zuverlässigen Resultaten kam.

Es stellte sich schließlich heraus, dass das Wasser gut gefasster, gegen Verunreinigung durch Tagwasser geschützter, aus tieferen Bodenschichten stammender Quellen sehr arm an Keimen ist, selten findet man mehr als 50 Keime in 1 *ccm*, nie mehr als 100. Etwas reicher an Keimen findet man häufig das Wasser aus

Digitized by Google

Brunnen, so dass vielfach für solche Wässer — allerdings ganz willkürlich — noch 300 Keime pro 1 *ccm* als Grenze des Zulässigen angesehen werden. Aber dieser im allgemeinen größere Keimgehalt der Brunnenwässer stammt nicht aus dem Grundwasser, sondern von den Wandungen des Brunnenschachtes, aus den Brunnenröhren, wo, begünstigt durch den Zutritt von Luft oder durch organische Substanzen aus dem Holze der Brunnenröhren u. s. w., Wucherungen von Saprophyten sich ansiedeln.

Das Grundwasser selbst ist meist vollkommen keimfrei. Fränkel hat vor kurzem erst die insbesondere den Uneingeweihten überraschende Thatsache festgestellt, dass selbst das Grundwasser im ältesten Stadttheile von Berlin in 4·5 *m* Tiefe keinerlei Keime enthält. Bedenken wir, dass in den obersten Bodenschichten stets ganz ungeheure Mengen von Mikrobien, insbesondere Bacterien und Schimmelpilze, enthalten sind, so sehen wir, dass der natürliche, gewachsene Boden ein ganz ausgezeichnetes Keimfilter ist, ein viel besseres, als wir künstlich herstellen könnten.

Allerdings wird er sich nicht immer als solches erweisen. Ein grobporiger Kies- und Geröllboden wird selbstverständlich suspendierte Partikelchen und daher auch Keime durchtreten lassen. Steht das Grundwasser hoch, nahe der Oberfläche des Bodens, reicht es in die keimreichen Schichten des Bodens hinauf, dann wird es auch selbst Keime führen. Durchbrechen wir selbst die schützende Filterschichte und graben

Digitized by Google

z. B. Versitzgruben bis in die Grundwasserschichte hinab, dann werden wir uns nicht wundern, wenn das Grundwasser keimhaltig wird, eventuell auch bedenkliche Keime führt.

Im allgemeinen aber lässt eine wenige Meter hohe Schichte dichteren Bodens von den ungezählten Milliarden Keimen keinen einzigen in die Tiefe treten, und es ist ausgemacht, dass durch eine solche Bodenschichte hindurch auch Infectionskeime, die etwa auf und in den Boden verbracht worden sind, niemals in das Wasser und darin an uns heran gelangen können.

Wieder gibt uns der Gehalt an Saprophyten den Maßstab für die Leistungsfähigkeit und Schutzkraft des filtrierenden Bodens, und wir müssen von unseren Trink- und Brauchwässern fordern, dass sie keimfrei oder, weil dies in der Praxis nicht zu erreichen ist, keimarm seien.

Wieviele Keime in 1 *ccm* Wasser sind noch zulässig?

Hier ist die Achillesferse der bacteriologischen Wasserprobe. Sie vermag hier ebenso wenig eine feste Regel zu geben als die chemische Analyse in ihren Grenzwerten. Da reines Grundwasser keimfrei ist, so ist jeder Keimgehalt zu beanständen und eine entscheidende Grenzzahl nicht anzugeben. Thatsächlich werden wir das Wasser und seine Bezugsquelle bei gleichem Keimgehalte aber doch ganz verschieden beurtheilen, je nachdem die Keime aus lockerem Boden, hochstehendem Grundwasser oder von durch Undichtig-

Digitized by Google

keiten der Quellfassung, des Brunnenschachtes eindringenden Tagwässern oder von harmlosen Vegetationen von Wasserbacterien im Schacht und Rohr selbst herrühren.

Mit einem gewissen Grade von Sicherheit können wir zwischen diesen Möglichkeiten entscheiden, wenn wir neben der Zahl auch die Arten der Saprophytencolonien, die wir aus einer Wasserprobe erhalten haben, in Betracht ziehen. Reine Wässer sind auch arm an Bacterienarten; specifische Wasserbewohner sind beinahe allein vorhanden. Artreichthum, Auftreten fremdartiger Keime stützen den Verdacht einer unzulässigen Verunreinigung.

Die wichtigste Ergänzung erfahren aber chemische und bacteriologische Untersuchungen durch die Untersuchung der Wasserbezugsquelle und ihrer Anlage selbst.

Es ist zweifellos als das wertvollste praktische Ergebnis der bacteriologischen Forschungen über das Wasser anzusehen, dass die Aufmerksamkeit mit allem Nachdrucke auf die Bedeutung der Art des Wasserbezuges, der richtigen Anlage der Quellen- und Brunnenfassungen für das Bestehen oder Nichtbestehen einer Infectionsgefahr hingelenkt wurde.

Nur solches Wasser, welches auf natürlichem oder künstlichem Wege gut filtriert worden ist, ist unverdächtig. Unfiltriertes Wasser, wie es alles Wasser der oberflächlichen Gerinne ist, darf nicht benützt werden, auch wenn im Augenblicke

Digitized by Google

der Untersuchung das Wasser chemisch und bacteriologisch keine Bedenken erweckt. Denn solches Wasser ist ungeschützt gegen Verunreinigungen. Es hängt von unüberwachbaren Zufällen ab, ob in derartiges Wasser Infectionskeime hineingelangen oder nicht.

Da das Wasser in tieferen Bodenschichten — von grobporigem Boden abgesehen — keimfrei ist, können Infectionskeime durch dasselbe niemals weithin verschleppt werden. Wenn von Quellen und Brunnen Infectionen ausgehen, so kann dies nur durch örtliche unreine Zuflüsse bewirkt worden sein. Es muss daher alles gethan werden, um derartige Zuflüsse fernzuhalten. Quellen müssen in der Tiefe von mehreren Metern gefasst und gegen Tagwässer geschützt abgeleitet werden. Die Schachtbrunnen sind durch die sichereren sogenannten abyssinischen Röhrenbrunnen zu ersetzen oder, wo dies nicht angeht, dicht einzudecken, durch die oberen Bodenschichten mit wasserdichten Wandungen zu führen; die Mauer des Schachtes ist über das umgebende Erdreich soweit zu erhöhen, dass Regenwässer niemals in den Brunnen eindringen können; in der Umgebung des Brunnens ist größte Reinlichkeit aufrecht zu halten u. s. w. Es würde zu weit führen, wenn ich mich in die Einzelheiten dieses Brunnen- und Quellenschutzes einlassen würde. Es kann aber keinem Zweifel unterliegen, dass mit Aufwand geringer Mittel in dieser Richtung weitgehende Verbesserungen der gegenwärtigen Zustände zu erzielen wären.

Digitized by Google

Nach meiner Überzeugung müssen diese Verbesserungen, die ein wichtiges Glied in der Reihe der Mittel zur Verhütung der Infectionskrankheiten darstellen, durchgesetzt werden, und es wäre mir eine Freude, wenn es mir gelungen sein sollte, Ihr Verständnis und Ihre thätige Theilnahme für diese Bestrebungen zu erwecken.

Digitized by Google

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA

Über

die Fortschritte der Telephonie.

Von

Max Jüllig,
Docent und dipl. Ingenieur.

Vortrag, gehalten den 18. December 1889.

(Mit Demonstrationen.)

Mit 14 Abbildungen im Texte.

Digitized by Google

Digitized by Google

Es sind nun gerade sechs Jahre verflossen, seit ich die Ehre hatte, den werten Vereinsmitgliedern über den Zustand des Telephonwesens zu referieren.

Seit dieser Zeit sind namhafte neue Erfindungen und Verbesserungen auf diesem Gebiete zu verzeichnen; doch soll es nicht meine Aufgabe sein, mich auf die Beschreibung zahlreicher Detailconstructionen einzulassen, sondern ich will in erster Linie bestrebt sein, zu zeigen, wie es möglich war, auf ganz gewaltige Distanzen eine telephonische Verständigung zu ermöglichen, und mit welchen Schwierigkeiten man bei Lösung dieses Problemes zu kämpfen hatte. Die Versuche, welche Rysselberghe in Nordamerika angestellt hat, ergaben, dass es möglich ist, auf Distanzen bis zu 1600 *km* Entfernung zu sprechen.

Ziehen wir auf der Karte von Europa einen Kreis von 1600 *km* Radius, dessen Mittelpunkt unsere Reichshauptstadt bildet, so umfassen wir mit der Peripherie dieses Kreises die Städte St. Petersburg, Moskau, Konstantinopel, Madrid, Christiania, Stockholm und die tunesische Küste Afrikas und können uns, vorausgesetzt, dass die nöthigen Leitungen vorhanden sind, mit den genannten Orten ohneweiteres

Digitized by Google

telephonisch in Verbindung setzen. Desgleichen würde es gelingen, sich von Paris mit Lissabon, Neapel und Szegedin in ein Gespräch einzulassen. Diese wenigen Beispiele werden gewiss genügen, um uns eine klare Vorstellung von der raumüberwindenden Kraft des Telephons zu bilden.

Allein die weite Reise, welche die elektrische Stromwelle zurückzulegen hat, ist keine ganz gefahrlose. Sie gelingt nur, wenn die Bahn des Stromes — die Leitung — mit allen Sicherheitsmaßregeln gegen äussere elektrische Kräfte ausgestattet ist und auch sonst den nothwendigen physikalischen Bedingungen entspricht, denn die elektrische Welle findet eben in ihresgleichen den gefährlichsten Feind.

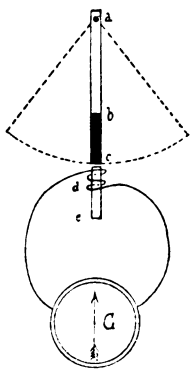


Fig. 1.

Elektrische Wellen entstehen im Telephon durch Umwandlung der Energie der Schallwellen in elektrische Energie.

Ich will bei Schilderung dieses Umwandlungsprocesses nicht den Weg der Deduction einschlagen, wie dies bei meiner ersten Vorlesung über diesen Gegenstand der Fall war, sondern sofort im Wege des Experimentes die physikalischen Vorgänge zur Anschauung zu bringen trachten.

In Fig. 1 ist ein zu diesem Zwecke bestimmter

Digitized by Google

Apparat schematisch dargestellt. An einer hölzernen Stange *a b*, welche um den Drehungspunkt *a* pendelartige Schwingungen machen kann, ist ein Stab *b c* aus weichem Eisen befestigt. Diesem gegenüber ist der Magnet *d e* fixiert. Um den Nordpol (oder Südpol) *d* des Stabmagnetes sind zahlreiche Windungen eines gut isolierten Kupferdrahtes geschlungen.[1])

Die beiden Enden dieser Windungen sind durch Leitungsdrähte mit den Klemmen eines empfindlichen Galvanometers *G* verbunden. Wenn wir nun den beweglichen Eisenstab dem fixen rasch nähern, bemerken wir sofort einen Ausschlag des Zeigers am Galvanometer *G* nach links (eventuell nach rechts). Entfernen wir rasch den beweglichen Eisenstab, so entsteht sofort ein Ausschlag des Zeigers nach der entgegengesetzten Seite.

Denken wir uns nun das Pendel in Schwingungen versetzt. Es wiederholt sich dann der Process der Annäherung und Entfernung der Pole in gleichen aufeinanderfolgenden Zeitabschnitten und der Zeiger des Galvanometers geräth in gleichmäßige Schwingungen, wird bald rechts bald links abgelenkt.[2]) Der im Galvanometer nun vorhandene Strom ist ein Wellenstrom. Denken wir uns das Pendel sehr schnell schwingend, so dass

---

[1]) In der Figur sind der Deutlichkeit halber nur zwei Windungen gezeichnet.

[2]) Soll das Experiment gut gelingen, so muss die Nadel des Galvanometers eine beiläufig halb so grosse Schwingungsdauer haben wie das Pendel.

Digitized by Google

es in einer Secunde mehrere hundertmal hin und her geht, so werden wir eine Schallempfindung wahrnehmen. Auch der Wellenstrom wird seine Richtung eben so oft wechseln, als das Pendel aus dem Bewegungszustand, in welchem sich die Eisenmasse dem Magnet nähert, in den entgegengesetzten übergeht. Ersetzen wir nun das schwingende Pendel durch eine schwingende Platte, so ist der Übergang zum Sprechtelephon gewöhnlicher Art gefunden. Wird gegen die Platte eines Telephons gesungen oder gesprochen, so entstehen Wellenströme, die den Schallwellen conform gebildet sind. Leitet man nun die Wellenströme durch ein Telephon, so gibt dies jenen Ton, welchem die Wellenströme ihre Entstehung verdanken, nahezu ungeändert wieder.

Auch diese Behauptung lässt sich leicht durch ein Experiment erweisen:

Wir setzen einen kleinen Ruhmkorff'schen Inductor in Thätigkeit, wobei die Schwingungen des Neef'schen Hammers einen ziemlich reinen Ton erzeugen. Gleichzeitig wird in dem Stromkreise der secundären Spule ein Wellenstrom entstehen, den wir durch die Elektromagnetwindungen eines Telephons leiten. Dieses beginnt nun sofort kräftig zu ertönen, und zwar mit einer Tonhöhe, welche der Schwingungszahl des erzeugenden Wellenstromes entspricht. In der geschilderten Art lässt sich also experimentell beweisen, dass durch Impulse, wie sie der Schall erzeugt, Wellenströme entstehen, und dass umgekehrt

Digitized by Google

aus diesen wieder Schallwirkungen erzeugt werden können, in beiden Fällen unter Vermittlung des Telephons.

Wir wollen nun den elektrischen Wellenstrom auf seiner Reise durch die verschiedenartigsten Leitungen beobachten.

Da zeigt sich zunächst, dass die Fortpflanzungsfähigkeit des Eisens für Wellenströme eine ziemlich beschränkte ist.

Bei Verwendung von gewöhnlichen eisernen Telegraphendrähten gelingt es nur schwierig, auf Entfernungen bis zu 400 *km* zu sprechen. Bei größeren Drahtlängen werden die Schallübertragungen ganz undeutlich und verschwinden endlich vollkommen, so dass man in der Praxis eiserne Telephonverbindungen auf nicht mehr als 160 *km* Länge anzuwenden pflegt. Die Schwächung des Wellenstromes wird durch magnetische Erscheinungen in der Leitung hervorgerufen.

Jeder elektrische Strom, der einen Eisenkörper durchfließt, übt magnetisierende Wirkungen aus, wobei die Eisenmolecüle eine Drehung erleiden.

Nachdem jedoch die Molecüle eines festen Eisendrahtes jeder inneren Bewegung einen gewissen Widerstand entgegensetzen, kann eine solche Molecularbewegung nur durch einen bestimmten Arbeitsaufwand hervorgerufen werden. Bei Wellenströmen, wie solche von den Telephonen und Microphonen erzeugt werden, wechselt nun die Stromrichtung viele hundertmal in einer Secunde, wobei auch gleichzeitig die magnetischen

Digitized by Google

Eisenmolecüle ihre Lage fortwährend ändern müssen. Hiezu wird ein großer Theil der, der elektrischen Welle innewohnenden Energie verbraucht, so dass schließlich bei sehr großer Leitungslänge für die Schallerzeugung nichts mehr übrig bleibt.

Weit günstigeren Verhältnissen begegnen wir bei Leitungen aus Kupfer, Phosphorbronze oder Siliciumbronze. In denselben treten keinerlei die Fortpflanzung der Telephonwellen hindernde magnetische Erscheinungen auf und hat insbesondere die Siliciumbronzeleitung den Vorzug großer Zähigkeit und Elasticität bei geringem Gewichte und Leitungswiderstand, so dass gegenwärtig Telephonleitungen fast ausnahmslos aus dem letztgenannten Material hergestellt werden.

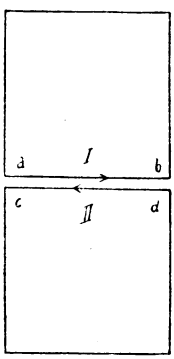


Fig. 2.

Zur Beurtheilung des Einflusses, den verschiedene parallel am gleichen Gestänge gespannte Telephon- und Telegraphenleitungen aufeinander ausüben, ist es nothwendig, auf einige Gesetze der Voltainduction zurückzugreifen.

Ein elektrischer Strom von variabler Intensität erzeugt in einem parallellaufenden Stromleiter ebenfalls elektrische Ströme, die so lange dauern, als sich die Intensität des ursprünglich vorhandenen Stromes ändert.

Betrachten wir beispielsweise den Vorgang in zwei parallelen Stromleitern *a b*, *c d* (Fig. 2).

Digitized by Google

Wenn im Leiter ab ein rasch anwachsender Strom von a nach b circuliert, entsteht in cd ein Inductionsstrom in der Richtung d—c. Wenn dagegen die Stromstärke in ab rasch abnimmt, so entsteht in cd ein Inductionsstrom in der Richtung c—d.

Wir wollen nun die Gesetze der Voltainduction auf einfache Wellenströme anwenden.

Ein in ab circulierender Wellenstrom durchläuft in rasch aufeinander folgenden gleichen Zeiträumen folgende Stadien:

1. Stromrichtung a—b, Stromstärke nimmt zu
2. „ a—b, „ „ ab
3. „ b—a, „ „ zu
4. „ b—a, „ „ ab
5. „ a—b, „ „ zu
6. „ a—b, „ „ ab
7. „ b—a, „ „ zu
8. „ b—a, „ „ ab

Die correspondierenden Inductionsströme in der Leitung cd nehmen folgenden Verlauf:

1. Stromrichtung d—c
2. „ c—d
3. „ c—d
4. „ d—c
5. „ d—c
6. „ c—d
7. „ c—d
8. „ d—c

u. s. w.

Digitized by Google

Vergleichen wir die für $a\,b$ giltige Reihe 1, 2, 3, 4 mit jener für $c\,d$ aufgestellten 2, 3, 4, 5, so finden wir eine vollständige Analogie für die Stromzustände. — Diese Thatsache wird auch durch das Experiment bewiesen, welches ergibt, dass jeder Wellenstrom in einem parallelen Leiter einen nahezu gleichartigen Wellenstrom induciert.

Die praktischen Consequenzen sind nun leicht gezogen: Telephoniert man im Stromkreise $a\,b$ und

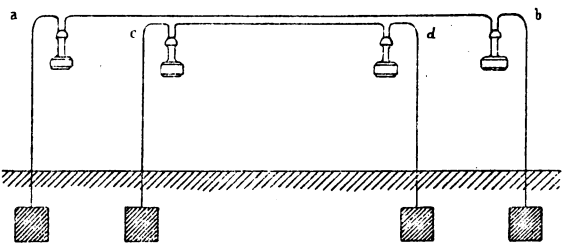


Fig. 3.

schaltet ein Telephon in den Leitungskreis $c\,d$ ein, so wird man in dem letzteren das ganze Gespräch hören, das im Stromkreise $a\,b$ telephonisch geführt wird.

Dies führt in der Praxis zu mannigfaltigen Unzukömmlichkeiten.

Laufen zwei Telephonleitungen (Fig. 3) einige hundert Meter parallel nebeneinander, so hört man auf jeder Leitung ganz deutlich das Gespräch, das auf der andern Leitung geführt wird, und wenn gleichzeitig auf beiden Leitungen gesprochen wird, ver-

Digitized by Google

mischen sich die Schalleffecte und die Sprechenden verstehen sich entweder gar nicht oder können zum mindesten leicht einer Komödie der Irrung zum Opfer fallen.

Diesem Übelstande weicht man am besten durch Telephondoppelleitungen (Schleifen) aus.

In Fig. 4 ist die Lage von zwei Telephonschleifen, die sich gegenseitig nicht beeinflussen, durch die Umfangslinien zweier sich rechtwinkelig schneidenden Ebenen versinnlicht. Die beiden Ebenen sind, um die perspectivische Wirkung der Figur zu erhöhen, undurchsichtig dargestellt.

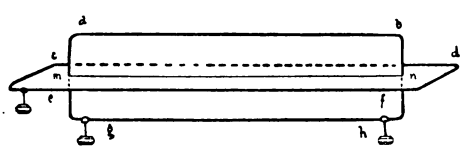


Fig. 4.

a b und *g h* sind von der Mittellinie *m n* gleich weit entfernt; ebenso *c d* und *e f*. Es wird nun ein in *a b* verlaufender Wellenstrom in den Leitungsstücken *c d* und *e f* gleichartige Inductionsströme erzeugen, die entweder beide nach rechts oder nach links gerichtet sind und deren Wirkung sich im Stromkreise *c d f e* vollkommen aufhebt.

Die gleiche Betrachtung lässt sich bezüglich des Einflusses des Leitungsstückes *g h* auf den Stromkreis *c d f e* durchführen und zeigt uns, dass in der That die

Digitized by Google

gezeichneten Telephonleitungen sich gegenseitig nicht beeinflussen. Will man jedoch mehr als zwei Telephonschleifen auf dem gleichen Gestänge anbringen, so ist diese Anordnung unbrauchbar und wollen wir später zeigen, mit welchen Mitteln auch in diesem Falle die Induction bekämpft werden kann.

Neben den Telephonströmen sind es auch die sehr rasch in ihrer Intensität variierenden Telegraphenströme, die ganz bedeutende Störungen der telephonischen Schallübertragungen bedingen. Telegraphische Zeichen werden fast ausschließlich durch rasch aufeinander folgende Stromschließungen und Unterbrechungen hervorgebracht, und nachdem jede derartige rasche Stromvariation in einem parallelen Leiter einen kräftigen Inductionsstrom hervorbringt, hört man das Telegraphieren im Telephon als heftiges Knacken, das oft so kräftig auftritt, dass jede deutliche telephonische Schallübertragung zur Unmöglichkeit wird. Auch gegen derartige Störungen durch Telegraphenströme hilft die in Fig. 4 gezeichnete Anordnung, wobei wir uns vorstellen wollen, dass Linie *a b g h* als Telegraphenleitung, Linie *c d e f* als Telephonleitung benützt wird.[1]) Die gewünschte Schutzwirkung tritt auch dann ein, wenn an Stelle der Drahtrückleitung *g h* eine Erdleitung benützt wird.

---

[1]) Zwischen *f* und *d* wurde bei der Herstellung der „Zinkätzung“ irrthümlich ein Telephon ausgelassen.

Die Redaction.

Digitized by Google

Bei complicierteren Leitungsanlagen, welche es nothwendig machen, eine größere Anzahl von Telegraphen- und Telephonleitungen in kleinem Raume zusammenzudrängen, empfiehlt es sich, die Telephonschleifen schraubenförmig anzuordnen.

Schon Ampère hat gezeigt, dass eine Stromschleife, die aus schraubenförmig umeinander gewickelten Leitern besteht, keine elektrodynamische Wirkung[1])

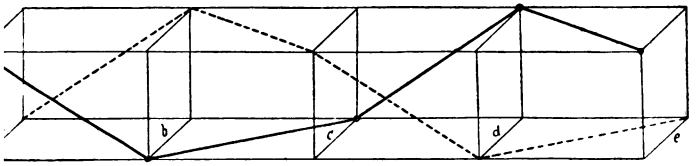


Fig. 5.

in die Ferne ausübt. Was von der elektrodynamischen Wirkung behauptet wird, gilt nun auch von der Inductionswirkung. Dreht man die (isolierten) Drähte einer Telephonschleifenleitung nach Art eines gewöhnlichen Doppelseiles zusammen, so sind dieselben gegen inducierende Wirkungen anderer Leiter ganz unempfindlich, und man kann beliebig viele derartige Telephondoppelkabel dicht nebeneinander legen, ohne dass sich dieselben gegenseitig stören. Es wäre somit das gedachte Doppelkabel die vortheilhafteste Form der Telephonleitung, wenn nicht eine andere Eigenschaft

[1]) Anziehung und Abstossung elektrischer Ströme.

Digitized by Google

der Kabel der Schallübertragung auf große Entfernung hinderlich sein würde. Es lässt sich jedoch das Princip der Schraube auch auf Telephonluftleitungen anwenden, wie dies in Fig. 5 dargestellt ist.

Unter Umständen begnügt man sich, die Drahtverwechslung nicht bei jeder Säule, sondern in größeren Abständen (etwa sechs bis zehn Säulendistanzen) vorzunehmen, wodurch dann die Beaufsichtigung der Telephonlinie erleichtert wird.

Die Hintanhaltung der Induction in Telephonkabeln gelingt auch dadurch, dass man die einzelnen mit Guttapercha oder einer andern Substanz isolierten Adern mit Stanniolhüllen umgibt, die zur Erde abgeleitet sind.

Es treten dann die Inductionsströme nur in den Stanniolhüllen auf und werden ohne Störung der Telephonleitungen zur Erde abgeleitet.

Diesem vortheilhaften Einflusse der Stanniolhülle steht leider ein anderer entgegen, der bei langen Leitungen eine ganz wesentliche Verschlechterung der telephonischen Übertragung bedingt: es ist der Einfluss der Capacität.

Eine isolierte Leitung, die mit Stanniol umwickelt wird, ist nämlich nichts anderes als eine sehr lange dünne Leydnerflasche, welche die Fähigkeit besitzt, bedeutende Elektricitätsmengen aufzuspeichern, dieselben festzuhalten und an der weiteren Fortpflanzung zu hindern. Es ist dann die Fortpflanzung des Wellenstromes mit der Bewegung einer brandenden

Digitized by Google

Meereswelle zu vergleichen, welche einen flachen, sehr porösen Strand bergan läuft und während der Bewegung in den Poren des Ufers versickert.

Es wird bei diesem Vorgange wohl keine wesentliche Änderung der charakteristischen Eigenschaften der Welle eintreten, die Wellenkämme werden ihre Entfernung so ziemlich beibehalten, jedoch die mechanisch wirksame Wassermenge wird sich bedeutend vermindern. Das Gleiche gilt von der akustischen Wirkung der elektrischen Stromwelle in einem Telephonkabel.

Wietlisbach hat über die Veränderung, welche die Telephonwelle durch die Capacität der Kabel erfährt, sehr interessante Berechnungen durchgeführt und gezeigt, dass die Abschwächung der elektrischen Wellen nicht allein von der Beschaffenheit des Kabels, sondern auch von der Höhe des transmittierten Tones abhängig ist. So ergab sich zum Beispiel, dass in einem Kabel von Felten und Guillaume[1]) von 33 *km* Länge eine Welle von 100 Schwingungen pro Secunde, nachdem sie die ganze Länge durchlaufen hatte, nur mehr die Hälfte ihrer ursprünglichen Amplitude besaß, wie dies in Fig. 6 dargestellt ist.

Die Welle am Anfang des Kabels ist als volle,

[1]) Das ältere inductionsfreie Kabel bestand aus 27 Adern, von denen jede pro Kilometer einen Widerstand von 50 Ohm und eine Capacität von 0·24 Microfarad hatte. — Krebs & Grawinkel, Jahrbuch für Elektrotechnik, 1887, Halle a. S., Seite 236.

Digitized by Google

jene am Ende desselben als punktierte Linie gezeichnet.

Die nämliche Abschwächung tritt bei einer Welle von 500 Schwingungen pro Secunde unter sonst gleichen Umständen schon auf, wenn dieselbe einen Weg von nur 14 *km* durchmessen hat. Eine Welle von 2000 Schwingungen kommt am Ende einer 20 *km* langen Kabelleitung von den oben angegebenen Eigenschaften mit einer sehr kleinen Amplitude an, die nur mehr ein Hundertstel der ursprünglichen beträgt.

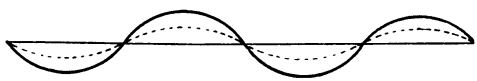


Fig. 6.

Auch diese Erscheinungen lassen uns die Analogie zwischen Wasserwellen und elektrischen Wellen erkennen. Hohe Meereswogen werden auf einem flachen Meeresstrande sehr weit hinanlaufen, dagegen werden kleine Wellen rasch in den Stranddünen versickern.

Durch den Einfluss der Capacität wird also nicht nur das Telephonieren in Kabeln auf große Distanzen unmöglich gemacht, sondern auch bei kleinen Distanzen der Charakter der Stimme wesentlich verändert, da die tiefen Klangbestandtheile am besten, die höheren jedoch weniger gut oder gar nicht transmittiert werden.

Nichtsdestoweniger leisten Telephonkabel in großen Städten vortreffliche Dienste. Man darf sie jedoch nur in kurzen Stücken von einigen hundert

Digitized by Google

Metern Länge anwenden und werden dieselben zumeist nur in unmittelbarer Nähe von Telephon-Centralstellen gelegt, um nicht durch das Gewirre vieler blanker Luftleitungen Complicationen zu schaffen.

Zu den größten Feinden der Telephonwelle gehört die Selbstinduction. Dieselbe tritt am kräftigsten auf, wenn wir die Wellenströme zwingen, die Windungen einer Elektromagnetspule zu durchlaufen. Betrachten wir zunächst den Stromlauf in einer einfachen Drahtrolle (Fig. 7).

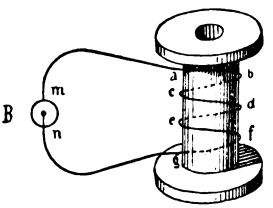


Fig. 7.

Im Momente, wo wir die Drahtenden *m* und *n* mit den Polen der Batterie *B* verbinden, entsteht ein Strom, der in den Drahtwindungen der Spule den Weg *a b c d e f g* durchläuft.

Betrachten wir nun das Leitungsstück *a b*, so wird der in demselben entstehende (somit rasch von Null bis zu einer gewissen Intensität anwachsende) Strom in den parallel laufenden Leitungsstücken *c d* und *e f* Inductionsströme erzeugen, die der Stromrichtung *a b* entgegengesetzt sind und den entstehenden Strom schwächen.

Aus diesem Grunde kann der elektrische Strom nicht sofort, sondern nur allmählich zu seiner vollen Höhe anschwellen. Es ist hiezu eine bestimmte, wenn auch kleine Zeit nothwendig, wie dies sowohl durch

Digitized by Google

Rechnung als auch durch das Experiment bewiesen werden kann.

Die Entstehung des elektrischen Stromes ist somit analog den mechanischen Bewegungserscheinungen nicht eine momentane, sondern eine successive, und eben so wenig als es gelingt, einem Eisenbahnfahrzeug momentan durch einen heftigen Ruck Courierzugsgeschwindigkeit zu verleihen, eben so wenig ist es möglich, einen elektrischen Strom ohne jede Verzögerung entstehen zu lassen.

Ersetzen wir die Batterie *B* durch ein Telephon oder einen anderen Wellenstromerzeuger, so wird bei Entstehung einer Welle zunächst ein rasch anwachsender Strom in die Leitung und die Windungen der Spule gelangen. Die Zeit jedoch, während welcher der Strom anwächst, ist sehr kurz und beträgt im Mittel nur wenige Tausendstel einer Secunde. Diesem anwachsenden Strome wird sich sofort ein inducierter Gegenstrom (Extrastrom) entgegenstellen, der die volle Entwicklung der Stromwelle gar nicht zustande kommen lässt. Allerdings wird sich im nächsten Stadium der raschen Stromabnahme ein Inductionsstrom bilden, der dem abnehmenden Strome gleich gerichtet ist. Allein diese Stromverstärkung nützt nur wenig, nachdem die Stromwelle schon in der Entstehung sehr geschwächt wurde.

Noch weit kräftiger tritt die Selbstinduction auf, wenn man in die Höhlung der Spule einen cylindrischen Kern aus weichem Eisen versenkt. Dieser wird

Digitized by Google

durch den wachsenden Strom der Telephonwelle magnetisiert und erzeugt in den ihn umgebenden Drahtwindungen einen kräftigen Magneto-Inductionsstrom, dessen Richtung ebenfalls jener des erzeugenden wachsenden Stromes entgegengesetzt ist. Die abschwächende Einwirkung von Elektromagnetrollen ist so bedeutend, dass es nicht gelingt, Telephonströme durch eine größere Anzahl derselben hindurch zu senden.

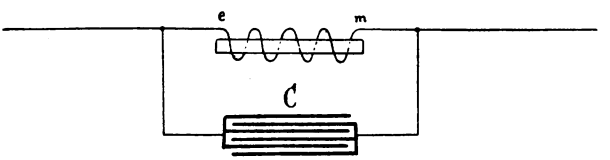


Fig. 8.

Es ist jedoch oft sehr wünschenswert, eine für Telegraphen- oder Signalisierungszwecke dienende Leitung, in welche eine Reihe von Elektromagneten eingeschaltet ist, auch für die telephonische Correspondenz benützen zu können.

Dies kann ermöglicht werden:

1. durch passende Anbringung von Condensatoren;
2. durch Umhüllung der Inductionsspule mit einem dicken Kupfermantel.

In Fig. 8 ist die diesbezügliche Schaltung eines Condensators ersichtlich gemacht.

Derselbe ist als eine Franklin'sche Tafel von sehr großer Oberfläche anzusehen und besteht aus ab-

Digitized by Google

wechselnden Lagen von Stanniol und wohl isolierendem (getrocknetem und paraffiniertem) Papier.

Je zwei durch ein Blatt Papier getrennte Stanniolblätter müssen von einander isoliert sein, doch lässt man beim Aufeinanderlegen der einzelnen Blätter das 1., 3., 5. u. s. w. Stanniolblatt nach rechts, das 2., 4., 6. u. s. w. nach links über die Papierlage hinausragen und stellt dann durch Zusammenpressen einerseits der mit geraden, andererseits der mit ungeraden Nummern bezeichneten Blätter zwei Gruppen her, deren Elemente untereinander leitend verbunden sind.

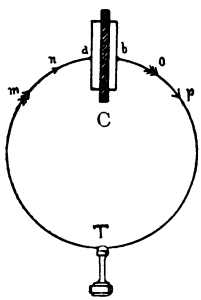


Fig. 9.

Ein derartiger Condensator ist für gewöhnliche Batterieströme ein vollkommener Isolator, besitzt dagegen die Eigenschaft, Wellenströme ohne wesentliche Abschwächung durchzulassen.

Der Vorgang erhellt aus Fig. 9, wobei der Einfachheit halber nur zwei Condensatorenbelegungen gezeichnet wurden.

Die Telephonwelle, welche wir in der Richtung des Pfeiles fortschreitend denken, wird im ersten Stadium (Stromrichtung *m n*, wachsende Stromintensität) die Metallplatte *a* positiv laden. Durch statische Induction in der Platte *b* wird daselbst negative Elektricität gebunden, positive abgestoßen und in die Leitung

Digitized by Google

op getrieben, so dass der Strom *op* scheinbar nur die Fortsetzung des Stromes *mn* bildet.

Analoge Erscheinungen werden in den übrigen drei Stadien der Telephonwelle eintreten. Dieselbe lässt sich durch die Isolierschichte *c* nicht aufhalten und kann somit der Leitungskreis *mn op T* für Telephonströme als ein geschlossener angesehen werden.

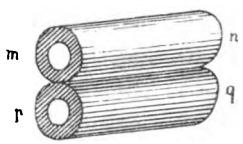


Fig. 10.

Für gewöhnliche Telephonströme genügt eine sehr geringe Capacität des Condensators (0·1 Mikrofarad), da die aufzuspeichernde Elektricitätsmenge eine minimale ist.

Man kann auch Condensatoren aus Draht in Gestalt einer Spule anfertigen. Dieselben sind leicht herzustellen, haben jedoch bei gleicher Capacität ein weit größeres Gewicht als die Blattcondensatoren.

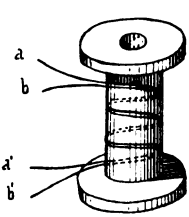


Fig. 11.

Das Princip der Construction mag aus folgender Betrachtung erhellen: Zwei mit Isoliermasse umgebene Metallcylinder *mnqp* (Fig. 10) wirken gerade so wie eine Leydnerflasche oder Franklintafel. Wird die isolierte Metallmasse *mn* positiv elektrisiert, so bindet dieselbe in der ebenfalls isolierten Metallmasse *pq* eine gewisse Quantität negativer Elektricität, während

Digitized by Google

die gleiche Quantität positiver Elektricität abgeleitet werden kann. Es hindert uns nun nichts, diese Cylinder beliebig (einige hundert Meter) lang und beliebig dünn (einige Zehntel Millimeter) zu machen, und wir erhalten somit zwei lange dünne, dicht nebeneinander laufende isolierte Drähte, welche behufs Raumersparnis zweckmäßig um eine Holzspule gewunden werden (Fig. 11), wobei auch mehrere Doppeldrahtlagen übereinander gewickelt werden dürfen. Beim Gebrauche werden die Drahtenden *a* und *b* gerade so verbunden wie die Condensatorplatten *a* und *b* (Fig. 9). Dagegen müssen die Drahtenden a^1 und b^1 sorgfältig isoliert sein. Bei der in Fig. 8 gezeichneten Schaltung passieren gewöhnliche constante (Batterie-) Ströme anstandslos die Elektromagnetwindungen *e m*. Dagegen werden Telephonwellen zwar von *e m* zurückgehalten, finden dagegen ihre weitere Fortpflanzung durch Vermittlung des Condensators *C*.

Rysselberghe hat es durch sinnreiche Anwendung von Condensatoren und Elektromagneten mit großer Selbstinduction möglich gemacht, auf ein und derselben Telegraphenlinie gleichzeitig zu telegraphieren und zu telephonieren.

Schon lange vor der Erfindung des Telephons stellte Varley über die gleichzeitige Fortpflanzung von Wellenströmen und gewöhnlichen Telegraphenströmen in ein und derselben Leitung umfassende Versuche an und es gelang ihm, eine eigenthümliche Art von Doppeltelegraphie zu ermöglichen, wobei gewöhnliche

Digitized by Google

Telegraphenapparate gleichzeitig mit einem elektroakustischen Apparate, dem Varley den Namen Cymaphen gab, functionierten. Das Cymaphen bestand aus einer gespannten Stahlsaite, welche durch einen von Wellenströmen durchflossenen Elektromagnet zum Tönen gebracht wurde. Die geistvolle Erfindung Varleys hat keine ausgedehnte praktische Anwendung gefunden, kann jedoch als Vorläufer der Rysselberghe-schen Einrichtungen betrachtet werden, die, wie uns die Geschichte aller Erfindungen lehrt, keineswegs die Frucht spontaner Erleuchtung, sondern das Ergebnis langjähriger Versuche und Forschungen vieler strebsamen Fachleute gewesen ist.

Rysselberghe's Erfindungstrieb wurde durch eine höchst peinliche Zwangslage, in welche der genannte Gelehrte gelegentlich der Einrichtung seines Telemeteorographen gerieth, gewaltig angestachelt. Im Jahre 1881 wurde Rysselberghe's Telemeteorograph, ein Apparat, welcher alle meteorologischen Daten im Wege der automatischen Telegraphie von Ostende nach Brüssel[1]) übertragen sollte, in Function gesetzt. Die Justierung des Apparates erforderte jedoch eine fortwährende Verständigung der in beiden Endstationen gemeinsam operierenden Experimentatoren, die selbst unter Vermittlung des elektrischen Schreibtelegraphen nur schleppend vonstatten gieng. Rysselberghe ließ deswegen in den Laboratorien Telephonstationen ein-

[1]) 122 *km* Entfernung.

Digitized by Google

richten, hatte sich jedoch zuvor vorsichtshalber bei der die Telephoneinrichtung besorgenden Firma genau erkundigt, ob überhaupt die normale Function der Telephone auf die bedeutende Distanz von Brüssel bis Ostende gewährleistet werden könne. Die Antwort fiel vollkommen befriedigend aus und die Telephone wurden bestellt, geliefert und eingeschaltet. Allein die Überraschung war eben so groß als unangenehm, als die ersten Sprechversuche gemacht wurden und total missglückten. Die von den zur Telephonleitung parallel laufenden Telegraphendrähten erzeugten Inductionsströme waren im Telephon als unaufhörliches Knattern und Sausen hörbar und übertönten vollkommen die menschliche Stimme. Eine Verständigung war nur dann möglich, wenn alle Telegraphenapparate schwiegen, und die Einrichtung hatte somit ihren Zweck verfehlt. Die Firma, welche die Functionsfähigkeit der Telephoneinrichtung garantiert hatte, konnte nicht zur Verantwortung gezogen werden, da dieselbe behauptete, von dem Vorhandensein parallel laufender Telegraphenleitungen nicht verständigt worden zu sein.

Rysselberghe, durch diesen Misserfolg nicht entmuthigt, sondern im Gegentheil zur äußersten Thatkraft angestachelt, wandte zur Bekämpfung der Induction folgende Mittel an:

1. Möglichst große Verstärkung der Telephonwelle;

2. Modificierung der Telegraphenströme in sol-

Digitized by Google

cher Weise, dass die von ihnen hervorgebrachten Inductionsströme im Telephon nicht hörbar sind.

Die Bestrebungen in der zuerst angeführten Richtung haben mannigfache Constructionsverbesserungen im Baue der Telephone und Mikrophone hervorgerufen, ohne jedoch zu wesentlich neuen Einrichtungen zu führen. Dagegen müssen wir uns mit den im zweiten

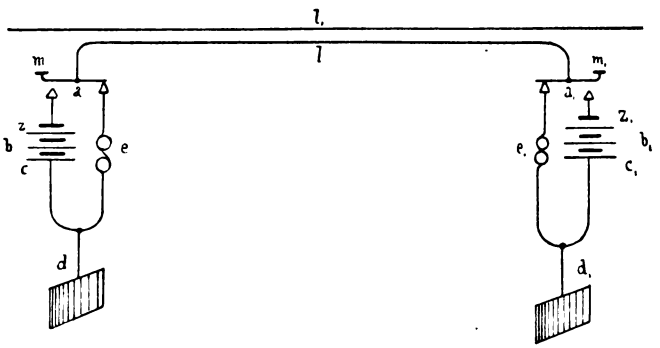


Fig. 12.

Punkte angedeuteten Vorgängen ihres hohen theoretischen und praktischen Interesses halber eingehend befassen.

Betrachten wir zunächst die Vorgänge in einer Morse-Telegraphenlinie mit zwei Stationen.

In Fig. 12 bedeuten *a:* Tasterhebel, *b:* Batterie (*z*—*c* = Zink—Kupfer), *e:* Elektromagnetspule, *d:* Erdleitung.

Digitized by Google

Die vorstehende Schaltung wird als Arbeitsstromschaltung bezeichnet. Drückt man den Knopf *m* des Tasters *a* nieder, so tritt die Batterie *b* (*z*—*c*) in Thätigkeit und ein elektrischer Strom durchläuft den Weg $d\,c\,z\,a\,l\,a_1\,e_1\,d^1$ und kehrt durch die Erde nach *d* zurück. Die Elektromagnetspulen e_1 treten in Action und ziehen einen Eisenanker, der an einem Hebel befestigt ist, an. Durch die Bewegung des Hebels entstehen gerade Striche auf einem Papierstreifen, welche enden, sobald die magnetische Anziehung der Spule *c* aufhört.

Durch Combinierung von langen und kurzen Strichen werden die bekannten Morse-Schriftzeichen hervorgebracht. Bei jeder Stromschließung oder Öffnung entsteht in einer parallellaufenden Telephonleitung l_1 ein kurzer und kräftiger Inductionsstrom, der im Telephon als kräftiges Knacken gehört wird.

Nachdem die Induction um so kräftiger auftritt, je rascher die inducierenden Ströme entstehen und verschwinden, so lässt sich eine Abschwächung derselben dadurch erreichen, dass man die Telegraphenströme nicht momentan auftreten lässt, sondern derart modificiert, dass zu deren Entstehung eine bestimmte, wenn auch kleine Zeit nothwendig ist. Diesen Zweck wollte Rysselberghe zuerst durch einen Apparat erreichen, der vor Stromschluss einen sehr großen Widerstand in die Leitung einschaltete und denselben dann rasch, aber successiv bis auf Null verminderte.

Der zu diesem Zwecke construierte Widerstandstaster erwies sich jedoch als unpraktisch und wurde

Digitized by Google

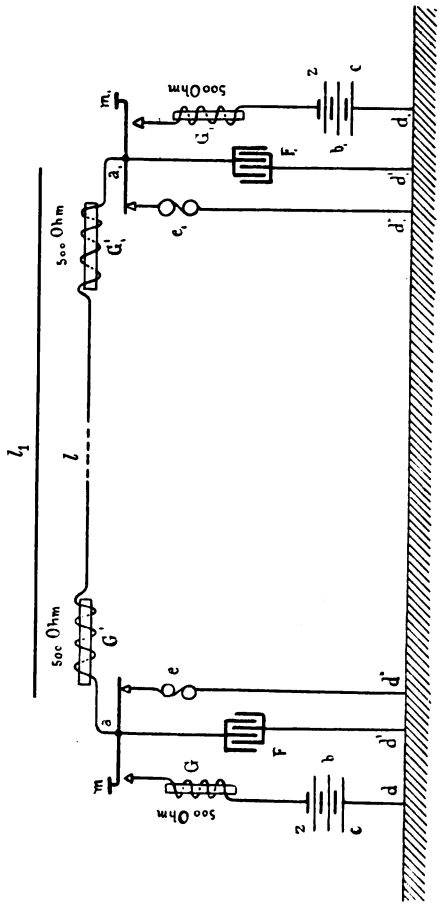


Fig. 13.

Digitized by Google

durch eine andere Vorrichtung ersetzt. Wir haben früher gesehen, dass ein anwachsender Strom beim Passieren einer Elektromagnetrolle einen kräftigen Gegenstrom (Extrastrom) wachruft. Diese der Fortpflanzung der Telephonströme so hinderliche Erscheinung verwendete Rysselberghe dazu, um die Telephonleitungen gegen die inducierende Wirkung von Telegraphenströmen zu schützen. Außerdem musste noch die Anordnung von Condensatoren mithelfen, wie dies aus Fig. 13 ersichtlich ist.

Es bedeuten: *a:* Tasterhebel, *b:* Batterie, *e:* Elektromagnetspulen der Telegraphenapparate, *d:* Erdleitungen, *F:* Condensatoren, *G:* Elektromagnetspulen à 500 Ohm, welche dazu dienen, das Entstehen von kräftig inducierenden Momentanströmen zu verhindern. — Drückt man den Tasterknopf *m* in Station I nieder, so entsteht ein elektrischer Strom $d\,c\,z\,G\,a\,G^1\,l\,G^1{}_1\,a_1\,e_1\,d_1{}^{11}$ der die Rolle e_1 des Telegraphenapparates in Station II durchfließt und mit Hilfe derselben telegraphische Zeichen hervorbringt. Der entstehende Strom wird jedoch durch die in den Elektromagnetspulen G, G^1, $G_1{}^1$ und e_1 geweckten kräftigen Extraströme um so mehr geschwächt, je rascher derselbe zu entstehen bestrebt ist, und erreicht erst nach einer bestimmten kleinen Zeit jene Intensität, welche zur Hervorbringung telegraphischer Zeichen nothwendig ist. Die in der Telephonleitung l_1 geweckten Inductionsströme entstehen ebenfalls nur successive, sind sehr schwach und können wohl die Telephonmembran um ein Geringes durch-

Digitized by Google

biegen, jedoch ohne dabei eine Schallwirkung zu erzeugen. Lässt man den Taster $m\,a$ in seine ursprüngliche Lage zurückgehen, so wird hiedurch die Leitung $a\,l\,a_1$ von der Batterie $b\,(z—c)$ abgetrennt.

Vermöge der Wirkung des Condensators F tritt jedoch nicht sofort Stromlosigkeit ein, da im Condensator beim Niederdrücken des Tasters m eine gewisse Menge negativer Elektricität aufgespeichert wurde, die nun successiv über $a\,l\,a^1\,e_1$ zur Erde $d^{11}{}_1$ abströmt, während eine entsprechende Menge positiver Elektricität aus der zweiten Belegung des Condensators durch die Erdleitung d^1 abfließt. Somit findet weder das Entstehen noch das Verschwinden des Stromes momentan statt und infolge dessen wird eine störende Induction in der Telegraphenleitung l_1 vermieden.

Rysselberghe nennt eine im Sinne des Schemas Fig. 13 ausgerüstete Telegraphenleitung „antiinduciert".

Will man eine Telephonleitung auf dem gleichen Gestänge mit mehreren Telegraphenleitungen führen, so wird, wenn alle der Telephonleitung parallel laufenden Telegraphenleitungen antiinduciert sind, die Schallübertragung ungestört vor sich gehen; überdies ist es möglich, die antiinducierten Telegraphenleitungen selbst gleichzeitig als Telephonleitungen zu benützen.

In Fig. 14 ist eine möglichst einfache Lösung dieses Problems skizziert. An einem Stück $a\,b\,d$ einer antiinducierten Telegraphenleitung sind die zu den Condensatoren $c\,c_1\,c_2$ führenden Abzweigedrähte $m\,n\,o$ befestigt. Von den Condensatoren führen die Leitungen

Digitized by Google

zu den Telephonen $t\,t_1\,t_2$ und sodann zur Erde. Die Telephonwellen nehmen ihren Weg beispielsweise von t über $c\,m\,n\,c_1\,t_1$ nach e_1 oder umgekehrt. In gleicher Art lassen sich beliebig viele Abzweigungen von der antiinducierten Leitung $a\,b$ herstellen.

In großartigster Weise hat Rysselberghe das Princip der Antiinduction auf einer 1625 *km* langen Leitung zwischen New-York und Chicago zur Anwendung gebracht. Als Telephonleitung diente ein sogenannter Compounddraht von 6 *mm* Dicke, der eine

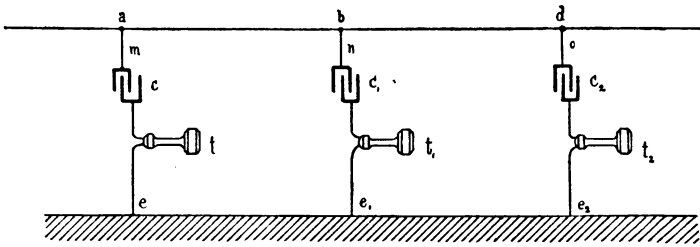


Fig. 14.

Stahlseele von 3 *mm* Dicke enthielt, welche von einer cylindrischen Kupferhülle umschlossen war. Sämmtliche parallellaufende Leitungen waren auf das sorgfältigste antiinduciert und gelang die Schallübertragung vortrefflich.

Auf dem geschilderten Principe der Abzweigung von Telephonleitungen unter Vermittlung von Condensatoren beruht auch eine interessante, vom Telegraphenvorstand der k. k. österreichischen Staatsbah-

Digitized by Google

nen, Oberinspector Gattinger, angegebene Einrichtung für Eisenbahnzwecke, die es ermöglicht, von jedem beliebigen Punkte einer Bahnstrecke telephonische Mittheilungen an die beiden nächstgelegenen Stationen gelangen zu lassen. Diese Einrichtung funetioniert auch dann, wenn die benützte Telegraphenlinie nicht vollkommen, sondern nur theilweise antiinduciert ist, d. h. wenn der zum Telegraphieren dienende Strom eine größere Anzahl von Elektromagneten zu passieren hat, wie dies bei jeder längeren Ruhestrom-Telegraphenlinie der Fall ist.

Wir wollen die Einrichtung unter Zugrundelegung des in Fig. 14 gezeichneten Schemas beschreiben. In den Telegraphenbureaux der Stationen m und o befinden sich die stabilen Telephoneinrichtungen $m\,e$ und $o\,e_2$. Zur Correspondenz von der Strecke dient ein sehr compendiös eingerichteter tragbarer Telephonapparat $n\,e_1$. Condensator, Telephon, Mikrophon und die zum Anruf bestimmte Vorrichtung sind in demselben nahe zusammengerückt und in einem kleinen tragbaren Kästchen befestigt. Als Anrufvorrichtung dient ein kleiner Ruhmkorff'scher Funkeninductor, dessen secundäre Spule beim Drücken eines Knopfes in die Leitung $c_1\,e_1$ eingeschaltet wird. Die in der secundären Spule des Ruhmkorff-Apparates entstehenden Wellenströme gelangen zu den Telephonen der Stationen m und o und erzeugen einen tiefen, im ganzen Stationsbureau deutlich hörbaren Ton, der die Anwesenden zur Beachtung des Telephons auffordert.

Digitized by Google

Als Erdleitung e_1 dient die Eisenbahnschiene, an welcher ein zum Telephonapparat führender Draht mit einer Klemme befestigt wird. Die Abzweigungsleitung $e_1 n$ wird dadurch hergestellt, dass man mit einem scharfen stählernen Haken, der am Ende eines langen Bambusrohres befestigt ist, die Leitung $a d$ bei b erfasst. Von dem Haken führt längs des Bambusrohres ein wohl isolierter Leitungsdraht zum tragbaren Telephonapparat und in diesem zunächst zum Condensator c_1.

Die Einschaltung des Apparates nimmt kaum eine Minute Zeit in Anspruch und kann zur sofortigen Verständigung der Stationen über irgend ein Ereignis auf der Strecke benützt werden. Sowohl bei Unglücksfällen als auch bei größeren Bauarbeiten, die ja ebenfalls oft ein rasches Ertheilen von Dispositionen und die Herbeirufung von Hilfspersonale bedingen, hat sich diese Einrichtung trefflich bewährt.

Eine andere Telephoneinrichtung für Eisenbahnzwecke, welcher ebenfalls seitens der Fachleute des In- und Auslandes reges Interesse entgegengebracht wurde, ist die Telephoneinrichtung des Arlbergtunnels. Dieser riesige, beiläufig $1\frac{1}{2}$ deutsche Meilen lange Stollen, in dem sich Tag und Nacht ein reger Zugsverkehr abwickelt, bedarf einer fortwährenden sorgfältigen Beaufsichtigung. Ununterbrochen sind feindliche Naturkräfte in Gestalt von zahllosen Wasseradern thätig, das gewaltige Menschenwerk zu schädigen. Die Schienenstränge müssen tagtäglich genauestens re-

Digitized by Google

vidiert und ebenso die Gewölbe sorgfältig untersucht werden, um jeder Gefährdung des Zugsverkehrs sofort mit energischen Mitteln begegnen zu können.

Die Ventilationsverhältnisse sind nicht immer günstig. Nur bei Westwind, der circa 220 Tage im Jahre vorhanden ist, werden die Rauchgase rasch aus dem Tunnel hinausgeblasen, dagegen wird die Ventilation bei Windstille oder Ostwind durch die localen Verhältnisse in sehr ungünstiger Weise beeinflusst.[1]) Es musste deshalb dem Tunnelbegehungspersonale die Communication mit der Außenwelt ermöglicht werden, um bei Bahnunfällen oder Erkrankungen sofort Hilfe herbeirufen zu können. In der Tunnelwand sind von Kilometer zu Kilometer geräumige Kammern angebracht, welche dem Begehungspersonal als Rastpunkte dienen.

In jeder dieser Kammern wurde eine Telephonstation[2]) errichtet, welche durch eine Kabelleitung mit allen übrigen Tunnel-Telephonstationen, sowie auch mit den Endstationen verbunden ist. Im ganzen stehen 13 Telephonstationen in Verbindung, von denen sich 2 in den Endstationen, 2 an den Tunnelportalen und 9 in den Kammern befinden.

Besonderes Interesse bietet die mechanische Ausführung der Apparate.

---

[1]) Vergl. Gustav Gerstel, Betriebsdirector der k. k. österr. Staatsbahnen: „Der Arlbergtunnel und Betrieb.“ Österr. Eisenbahnzeitung 1888, Nr. 15 und 16.

[2]) System Gattinger.

Digitized by Google

Um den schädigenden Wirkungen der Wasserdämpfe und Rauchgase vorzubeugen, sind die Bestandtheile der Apparate wo thunlich aus Bronze und Hartgummi hergestellt, die unvermeidlichen Eisenbestandtheile durch Anstrich geschützt und wird der ganze Telephonapparat von einem massiven Gusseisenkasten mit luftdichtem Thürverschluss umgeben. Die Einrichtung ist nun durch circa drei Jahre ununterbrochen im Gebrauch und hat sich trefflich bewährt.

Die knapp bemessene Zeit gestattet mir nicht, auch sämmtliche Fortschritte des Telephonwesens auf anderen Gebieten ausführlich zu besprechen. Doch die angeführten Beispiele werden genügen, um darzuthun, dass wir im ununterbrochenen Kampfe mit widerspenstigen Naturkräften neue, große und dauernde Erfolge errungen haben.

Digitized by Google

Die blaue Farbe des Himmels.

Von

Dr. J. M. Pernter.

Vortrag, gehalten den 15. Jänner 1890.

Digitized by Google

Digitized by Google

Es ist eine der lieblichsten, das Gemüth des Menschen am meisten ansprechenden Naturerscheinungen, deren Erklärung uns heute beschäftigen soll; ich wollte eben auch beifügen, eine der gewöhnlichsten und alltäglichsten Erscheinungen, wenn mir nicht sogleich eingefallen wäre, dass ich dadurch Ihren Widerspruch hervorrufen könnte, indem Sie mir — theilweise mit Recht — entgegenhalten könnten, dass die Thatsachen vielmehr beweisen, dass es bei uns eine der seltensten Erscheinungen sei, da wir ja doch seit zwei Monaten und darüber kaum einigemal mehr in der Lage waren, den blauen Himmel zu sehen. Trotzdem bin ich aber überzeugt, dass Sie mir zugeben werden, der blaue Himmel sei Ihnen Allen von Kindheit auf eine so geläufige Erscheinung, dass Sie über der Gewöhnlichkeit derselben, wie das schon zu gehen pflegt, vielleicht vergessen haben sich zu fragen, warum der Himmel gerade blau und nicht anders gefärbt erscheine. Ich hoffe daher mir Ihre Zufriedenheit zu erwerben, wenn ich heute versuche, Ihnen Antwort auf die Frage zu geben: Warum ist der Himmel blau?

Sie dürfen aber nicht glauben, dass es eine so einfache Sache sei, diese Frage zu beantworten. Man

Digitized by Google

sollte zwar meinen, dass eine Erscheinung, welche sich der Beobachtung so unausgesetzt darbietet, von den Naturforschern längst erklärt sein müsse. Doch ist dem nicht alleweg so. Gerade die gewöhnlichsten Erscheinungen harren vielfach heute noch ihrer Erklärung, wie z. B. die Gewitter, die Nordlichter, das Zodiakallicht, die Entstehung der Stürme, die Bildung des Hagels sowie viele, viele andere, unter denen vielleicht auch die blaue Farbe des Himmels. Es ist den Naturforschern gelungen, die Gesetze der Wärme, des Lichtes, der Elektricität zu erkennen, und die Großartigkeit der Entdeckungen auf diesen Gebieten findet nur in der Großartigkeit der practischen Anwendungen derselben ihresgleichen. Man darf sich aber von diesen Erfolgen nicht blenden lassen, denn es bleibt der Naturforschung noch sehr vieles zu thun übrig, vielleicht das für sie wichtigste: die Erklärung gar vieler Naturerscheinungen, so wie sie in Wirklichkeit, in der Natur selbst, uns entgegentreten. Sie werden es auffallend finden, dass dies noch nicht geschehen ist; die Schwierigkeit liegt aber in den verwickelten Vorgängen, denen diese Erscheinungen zu verdanken sind und welche es verhindern, dass man die erkannten Gesetze der sogenannten Naturkräfte — in unserem Falle des Lichtes — ohne weiteres zur Erklärung derselben anwenden kann. Es kostet neue und andauernde Untersuchungen, um jene verwickelten Vorgänge in den Erscheinungen zu erkennen und dieselben auf die erkannten Gesetze zurückzuführen, wodurch die Er-

Digitized by Google

scheinungen dann erst erklärt sind. Sie werden den Schwierigkeiten einer solchen Erklärung gerecht werden, wenn Sie mit mir die Versuche erwägen, die zur Erklärung der blauen Farbe des Himmels vorliegen.

Halten wir uns zunächst die Thatsachen vor Augen. An schönen, wolkenlosen Tagen erscheint uns der Himmel blau. Dieses Blau ist, je nach der Beschaffenheit der Atmosphäre, mannigfaltigen Abstufungen unterworfen; je reiner die Luft, desto tieferes Blau tritt uns entgegen, sobald aber die Luft stärker mit Staub, mit Dunst, mit Wassertröpfchen erfüllt ist, wird das Blau immer weißlicher, bis es bei bedecktem Himmel, selbst wenn die Wolkenschleier noch so dünn sind, in Weiss übergeht. Est ist auch bekannt, dass die blaue Farbe in der Nähe des Zenithes lebhafter blau erscheint, und dass bei hohem Sonnenstand der Horizont weisslich, zuweilen glänzend weiss ist. Desgleichen scheinen die Beobachtungen sicher gestellt zu haben, dass das Himmelsblau in südlichen, wärmeren Gegenden gesättigter, dunkler ist, als in kälteren, nördlichen, dass auf hohen Bergen der Himmel gleichfalls an dunkler Bläue gewinnt, sowie dass im allgemeinen im Innern der Continente der Himmel blauer ist als an den Küsten. Alle diese Eigenschaften müssen in einer Theorie der blauen Farbe des Himmels ihre Erklärung finden, so sie Anspruch auf Wahrheit machen will.

Der älteste Versuch einer Erklärung des Himmelsblau rührt, wie es scheint, von Leonardo da

Digitized by Google

Vinci her. Er stellte den Satz auf: Hell vor dem Dunkel erscheint blau und zwar um so schöner, je größer der Unterschied des Hellen und Dunkeln ist.[1]) Diesen Satz wendet er auf die Luft an: Das Blau der Luft entsteht durch die Dicke des erleuchteten Luftkörpers, welcher zwischen der Erde und der oben befindlichen Finsternis sich befindet. Die Luft an sich hat keine Farbe; sie wird um so schöner blau erscheinen, je größer die hinter ihr befindliche Dunkelheit ist; daher sieht man auch die dunkeln Berge in großer Distanz bläulich, die beleuchteten mehr in ihrer eigenen Farbe.[2])

Wer denkt da nicht gleich an Goethes Satz: „Zur Erzeugung der Farbe wird Licht und Finsternis, Helles und Dunkels, oder wenn man sich einer allgemeinen Formel bedienen will, Licht und Nichtlicht gefordert. Zunächst am Lichte entsteht uns eine Farbe, die wir gelb nennen, eine andere zunächst an der Finsternis, die wir mit dem Worte Blau bezeichnen.“[3]) Wenn es aber auch zweifellos ist, dass Goethe auf Leonardo da Vincis Anschauung zurückgegriffen, so ist doch seine allgemeine Auffassung von der Entstehung der Farben, — das physikalisch Unrichtigste, was über Farben je geschrieben wurde, — seinem großen Vorgänger nicht zu imputieren. Goethe

[1]) Trattato della pittura CXIII.

[2]) Ebenda CLI.

[3]) Entwurf einer Farbenlehre, didaktischer Theil, Einleitung.

Digitized by Google

hat übrigens Leonardo da Vincis Auffassung in eigener Weise ausgebildet. Er stellt zur Erklärung der natürlichen Farbenerscheinungen, besonders der Farben der Atmosphäre, die Erscheinungen in trüben Medien an die Spitze. Die zweifellos feststehende Thatsache, die Goethe auf seine Weise interpretiert, ist folgende: Wird durch ein trübes Medium ein heller Gegenstand betrachtet, so erscheint er gelb bis roth, wird aber durch dasselbe ein dunkler Gegenstand betrachtet, so erscheint eine blaue Farbe. Wir werden sehen, dass diese Thatsache in Wirklichkeit zur Erklärung der blauen Farbe des Himmels dient. Goethe erklärt aber letztere, indem er die Luft zwar ganz richtig als trübes Medium auffasst, aber nach seinem oben gegebenen Principe, ganz in der Art von Leonardo da Vinci vorgeht; er sagt: Wird die Finsternis des unendlichen Raumes durch atmosphärische vom Tageslicht erleuchtete Dünste hindurch angesehen, so erscheint die blaue Farbe. Auf hohen Gebirgen sieht man am Tage den Himmel königsblau, weil nur wenig feine Dünste vor dem unendlichen finstern Raum schweben; sobald man in die Thäler herabsteigt, wird das Blau heller, bis es endlich in gewissen Regionen und bei zunehmenden Dünsten ganz in ein Weißblau übergeht.[1]) Auch über die blauen Berge äußert er sich ganz wie Leonardo da Vinci.

Es scheint nun wohl zweifellos, dass eine so ent-

[1]) Entwurf einer Farbenlehre, didaktischer Theil 155, 156.

Digitized by Google

standene Farbe rein subjectiv sein müsste und somit nur etwa als Contrastwirkung eines schwachen Lichtes gegenüber dem dunkeln Himmelsraume aufzufassen wäre. Denn das uns von der erleuchteten Luft zugesendete Licht soll ja nach Goethes und da Vincis Ansicht weiß sein, nur der dunkle Hintergrund macht es blau. Wieso kommt es dann aber, dass die Beleuchtung der Gegenstände vor Sonnenaufgang und nach Sonnenuntergang, die nur vom blauen Himmel Licht empfangen, bläuliche Tinten aufweist, wie der große Meister Leonardo da Vinci sehr richtig lehrt? Wie wäre es dann zu erklären, dass, wie Goethe richtig beobachtete, „sich der blaue Himmel in der Camera obscura ganz deutlich auf dem weißen Papiere neben jeder anderen körperlichen Farbe zeigt?“ (a. a. O. 152). Vom dunkeln Raum gehen ja gewiss keine Strahlen aus; wenn daher die von der erleuchteten Luft kommenden Strahlen weiß sind, so können sie doch unmöglich die Gegenstände bläulich färben oder in der Camera obscura ein Blau erzeugen. Dies scheint in der That ganz ausgeschlossen.

Es hat aber Muncke[1]) versucht, in anderer Weise die Ansicht, dass die blaue Farbe des Himmels nur subjectiv sei, zu begründen. Er will das Blau des Himmels auf gleiche Weise entstanden wissen, wie die blauen Schatten. Er glaubt das Himmelsblau durch

---

[1]) Gehlers Physikalisches Wörterbuch, 1825, Artikel: Atmosphäre der Erde, p. 504.

Digitized by Google

folgende Beobachtung erklären zu können: „Wenn im Winter bei niedrigstehender Sonne der Schatten der Bäume auf den Schnee fällt, so nimmt er die ganz eigenthümliche und sehr leicht kenntliche himmelblaue Farbe an. Das wenige vom beschatteten Schnee reflectierte Licht erzeugt, im Gegensatze des stärkeren, vom beleuchteten Schnee reflectierten, diese Farbe vom hellsten bis zum tiefsten Himmelsblau.“ Abgesehen davon, dass die Beobachtung des tiefen und tiefsten Himmelblaus unter diesen Verhältnissen zweifelhaft ist, geht diese Erklärung offenbar darauf hinaus, dass das vom Himmel reflectierte Licht so schwach sei, dass es uns, wie jedes sehr schwache Licht, den Eindruck des Blau macht.

Diesen Gedanken hat Nichols[1]) zur Erklärung des Himmelsblau mit viel Aufwand von Geist und Wissen verwendet. Er erklärt dasselbe ebenfalls als rein subjective Farbe. Jedes sehr schwache Licht erscheint uns Blau. Die Erklärung dieser Thatsache liegt in der Einrichtung unseres Auges, welches bekanntlich für drei verschiedene Farben: roth, grün und violett empfindliche Nervenfasern besitzt. Alle drei Fasern werden im allgemeinen von jeder Lichtart angeregt, aber verschieden stark, und die Farbe, die wir sehen, ist die resultierende Wirkung dieser Anregungen. Es sind aber selbst bei weißem Lichte diese verschiedenen

---

[1]) Philosophical Magazine, 5. Serie, vol. VIII, p. 425. — Zeitschrift für Meteorologie, 1880, p. 102.

Digitized by Google

Nervenfasern verschieden empfindlich. Speciell die „violetten Fasern“ sind für schwaches Licht sehr empfindlich, während die rothen und grünen dagegen fast ganz unempfindlich bleiben. Je schwächer daher das vom Himmel reflectierte Licht, desto blauer wird es erscheinen. Diese Erklärungen basieren also auf der Schwäche des vom Himmel reflectierten Lichtes. Sie halten aber von dieser Seite nicht Stand. Sie werden selbst schon wiederholt bemerkt haben, dass dieses Himmelslicht nicht so schwach ist. An einem schönen Sommertage nach Sonnenuntergang erhalten wir nur reflectiertes Himmelslicht. Wir sehen aber den Himmel noch immer, selbst auf der Ostseite, sehr hell; er leuchtet uns daselbst noch lange, um selbst die kleinste Schrift zu lesen und jede beliebige Arbeit zu thun, dennoch erscheint er uns schön blau. Ferner ist es Ihnen gewiss nicht entgangen, dass an schönen klaren Tagen der Himmel bis nahe an die Sonne blau erscheint, obwohl sein Glanz selbst bei abgeblendeter Sonne schwer zu ertragen ist. Dies beweist zweifellos, dass jede Erklärung, welche das Blau des Himmels auf die Schwäche des von demselben reflectierten Lichtes zurückzuführen sucht, unvorsichtig ist. Überdies ist es aber den Beobachtungen widersprechend, ein so schönes, glänzendes Blau, wie es das Himmelsblau in seiner vollen Entwicklung ist, auf die Schwäche des Lichteindruckes zurückzuführen. Sehr schwaches weißes Licht gibt allerdings den Eindruck eines Blau, aber nie-

Digitized by Google

mals ein so strahlendes schönes Blau wie der klare Himmel.

Ein entscheidender Versuch wurde hierüber von Pickering[1]) gemacht. Er verglich, in einem Photometer mit weißem Papier, das Himmelslicht mit directem geschwächten Sonnenlicht. Das Bild des Himmels wurde direct in einem Spiegel angesehen. Er musste nun das beim Sonnenlichte eingeschaltete Polarimeter so lange drehen, bis gleiche Helligkeit beider, des Himmels und des vom geschwächten Sonnenlichte beleuchteten Papieres, vorhanden war. Dann fand er das Bild des Himmels entschieden blauer, so lange er auf weißem Papier das geschwächte Sonnenlicht beobachtete. Er nahm dann bläuliches Papier — das Himmelsbild blieb immer noch mehr blau als das gleich helle Licht der Sonne auf bläulichem Papiere. Erst als er entschieden himmelblaues Papier anwandte, gelang es ihm, bei gleicher Helligkeit des vom geschwächten Sonnenlichte erleuchteten Papieres auch gleiche Farbe mit dem Spiegelbilde des Himmels zu erreichen. Dies beweist, dass allein die Schwächung des Sonnenlichtes bis zur Schwäche des zerstreuten Himmelslichtes nicht hinreicht, das reflectierte Sonnenlicht blau erscheinen zu lassen, dass also auch das reflectierte Himmelslicht nicht wegen seiner geringen Helligkeit blau erscheint, sondern weil der Himmel in Wirklichkeit blaues Licht reflectiert.

---

[1]) Zeitschrift für Meteorologie, Bd. 20, 1885, p. 514.

Digitized by Google

Wir haben somit alle Versuche, das Himmelsblau als eine subjective Farbe zu bezeichnen, als gescheitert anzusehen.

Von jenen Erklärungsversuchen, welche das Himmelsblau als objective Farbe anerkennen, tritt uns zunächst derjenige entgegen, welcher der einfachste zu sein scheint. Es liegt in der That sehr nahe, schlechtweg anzunehmen, dass uns die Luft deshalb blau erscheine, weil sie eben selbst blau ist, wie uns ein blaues Glas deshalb blau erscheint, weil es blau ist, d. h. nur blaue Strahlen durchlässt und auch weit im Überschusse blaue Farben reflectiert. Diese Ansicht vertrat der große Physiker Euler[1]) und mit ihm viele andere. In neuester Zeit hat Chapuis[2]) dieselbe wieder etwas modificiert auferweckt. Chapuis lässt das Ozon blau sein und hat durch directe Versuche nachgewiesen, dass Ozon blau ist, sobald man es in großen Schichten anwendet.

Doch diese Erklärung scheint ganz unhaltbar zu sein. Wir kennen ja die farbigen und durchsichtigen Körper sehr gut und wissen, dass sie die gleiche Farbe zeigen im durchdringenden wie im reflectierten Lichte. Es scheint daher ganz undenkbar, dass uns die Sonne, direct durch die ganze Atmosphäre hindurch gesehen, nicht auch blau erscheinen müsste, wenn die Atmosphäre in der That in dem Sinne blau wäre, wie ein

---

[1]) Gehlers Physikalisches Wörterbuch, Bd. I, p. 502.
[2]) Comptes rendus, 1880, Bd. 95, p. 522.

Digitized by Google

blaues Glas, wenigstens bei niedrigem Sonnenstande, wo das Licht der Sonne eine so ungeheure Strecke durch die Luft zurücklegt. Und wenn man das Sonnenlicht für zu intensiv hält als dass es so stark absorbiert werden könnte, um blau zu erscheinen, so müssten doch Mond und Sterne entschieden blau oder bläulich erscheinen.

Man kann auch ohne weiters zugeben, dass Ozon in großen Schichten blau erscheine; Ozon ist aber jedenfalls sehr wenig in der Atmosphäre, gewiss viel zu wenig, um die schöne blaue Farbe des Himmels damit zu erklären.

Lallemand[1]) und Hartley[2]) meinen nun, dass die Luft in dem Sinne blau sein könne, weil sie die ultravioletten Strahlen absorbiere und in blaue umgewandelt wieder aussende, d. h. weil die Luft ein blau fluorescierender Körper sei. Da aber alle Bestandtheile der Luft bekannt sind und keiner derselben sich als fluorescierender Körper erwiesen hat, so ist diese Ansicht kaum mehr als eine willkürliche Behauptung ohne thatsächlichen Untergrund.

Es ist somit auch darin nicht die Erklärung des Himmelsblau zu suchen, dass die Luft eben selbst blau ist.

Somit erübrigt nur mehr eines: Die Luft reflectiert blaues Licht und lässt das rothe durch, oder ge-

---

[1]) Compt. rend., 75. Bd., 1872, p. 709.

[2]) „Nature", 1889, Bd. 39, p. 474.

Digitized by Google

nauer gesagt, die Luft oder in derselben befindliche Theilchen reflectieren die stark brechbaren kurzwelligen Strahlen und lassen die weniger brechbaren langwelligen Strahlen durch. Dies beweist die Beobachtung. Das reflectierte Himmelslicht erscheint uns blau, die Sonne gelblich und bei niedrigem Sonnenstand, wenn ihre Strahlen große Strecken in der Atmosphäre zurücklegen müssen, um zu uns zu gelangen, sogar roth.

Doch nehmen Sie diesen Satz gewiss nicht als eine Erklärung hin, er ist ja auch nur der Ausdruck für die Thatsache, die wir zu erklären haben, und besagt eigentlich nichts anderes, als dass der Himmel blau ist. Es erneuert sich somit die Frage in folgender Form: Warum reflectiert die Luft die blauen Strahlen und lässt die rothen durch?

Die erste Antwort auf diese Frage hat Newton[1]) gegeben. Seine Erklärung ist folgende: Die Wasserdämpfe bilden bei Beginn der Condensation kleine Partikelchen. Diese nun reflectieren Licht von ihrer Oberfläche und an der entgegengesetzten Innenwand, gerade so wie größere Wassertropfen in Wolken oder beim Regen — wie Ihnen ja allen von der Erklärung des Regenbogens her bekannt ist. Das aussen und innen reflectierte Licht kommt aber zur Interferenz und muss nun infolge der letzteren, falls die in der Luft schwebenden und vertheilten Wassertröpfchen

[1]) Optic. l. II, prop. 5 und 7.

Digitized by Google

sehr klein sind, nothwendig blau sein. Es wäre somit das Himmelsblau eine Interferenzfarbe und zwar das sogenannte Blau erster Ordnung. Damit Sie dies leichter verstehen, erinnere ich Sie an das Newton'sche Farbenglas. Sie wissen, dass dasselbe aus einer ebenen Glasplatte besteht, auf welcher eine sehr wenig gekrümmte Linse aufliegt, so dass also von der Mitte aus, wo die Linse auf der Glasplatte aufruht, nach den Rändern zu eine sehr dünne, aber nach aussen doch an Dicke zunehmende Luftschichte sich befindet. Lässt man weißes Licht auf dieses Newton'sche Farbenglas fallen und betrachtet das von demselben reflectierte Licht, so sieht man farbige Ringe. Die Farben dieser Ringe entstehen durch Interferenz des an der oberen und unteren Grenzfläche der eingeschlossenen Luftschichte reflectierten Lichtes, und zwar ist die Farbe an der Stelle, wo die Luftschichte am dünnsten ist (um den Mittelpunkt herum) blau. Auf die gleiche Weise, glaubte Newton, würde durch die Interferenz der aussen und innen in den kleinsten Wassertröpfchen reflectierten Strahlen das Himmelsblau erzeugt.

Es steht nun allerdings nicht mit Sicherheit fest, ob sich Newton die kleinsten Wasserpartikelchen als Tröpfchen dachte, und ob er sich dieselben in der That klein genug vorstellte, wie es obige Erklärung erheischt. Doch ist nicht zu bezweifeln, dass er die blaue Farbe des Himmels als Interferenzfarbe auffasste und zwar als Blau erster Ordnung.

Newtons Auffassung wurde von den meisten Phy-

Digitized by Google

sikern acceptiert. Die stärkste Stütze erhielt sie später durch Clausius. Nachdem Clausius vorerst den Beweis zu erbringen versucht hatte,[1]) dass das in der Atmosphäre schwebende Wasser nicht als Tröpfchen, sondern als Bläschen mit hohlem lufterfüllten Raume vorhanden sein müsse, führte er nach der damals schon zweifellos feststehenden Wellentheorie die Rechnung, aus welcher sich ergab, dass, wenn die Wanddicke dieser Wasserbläschen nur etwa 0·0001 Millimeter (etwa ein Viertel der Wellenlänge des violetten Lichtes) beträgt, das von diesen Bläschen reflectierte Licht nothwendig blau erscheinen müsse, und dass dieses Blau das auch von Newton angenommene Blau erster Ordnung sei. Er findet, dass dieses Blau immer dunkler werden müsse, je dünner die Wanddicke der Bläschen wird.[2])

Clausius Ansicht über die Wasserbläschen und die blaue Farbe des Himmels fand weiteste Verbreitung und Annahme, und selbst heute noch findet man sie vielfach vertreten. Doch ist dieselbe, in wie weit sie sich auf die Bläschenform des in der Atmosphäre schwebenden Wassers bezieht, gänzlich unhaltbar geworden. Es ist in neuer und neuester Zeit durch viele directe Beobachtungen sowohl als auch mannigfach auf indirecte Weise zweifellos nachgewiesen worden, dass das in der Atmosphäre schwebende Wasser nur in Gestalt von Tröpfchen vorkomme. Will man also die

---

[1]) Poggendorff, Annalen, 76. Bd., p. 161.

[2]) Ebenda p. 188.

Digitized by Google

blaue Farbe des Himmels als Interferenzfarbe des von einem Wasserpartikelchen reflectierten Lichtes erklären, so muss man jedenfalls Wassertröpfchen annehmen. Wir werden gleich sehen, dass diese Wassertröpfchen dann aber so klein angenommen werden müssten, dass dadurch diese ganze Erklärungsweise hinfällig wird.

Brücke[1]) hat in einer berühmten Untersuchung über die Farben trüber Medien nachgewiesen, dass die Größe der trübenden Elemente sehr wesentlich in Betracht kommt. Ein trübes Medium nennen wir eine Substanz, in welcher Theilchen einer anderen verschieden dichten Substanz und von verschiedenem Brechungsvermögen vertheilt sind, wobei die letzteren so klein sein müssen, dass sie nicht gesehen werden können, sondern nur die Durchsichtigkeit des ganzen Gemenges schwächen. In diesem Sinne ist natürlich auch die Luft ein trübes Medium, da sich in derselben immer heterogene Theilchen befinden, jedenfalls jederzeit äusserst kleine Wassertröpfchen. Die trüben Medien erscheinen nun im durchgehenden Lichte gelb bis roth, während das seitlich reflectierte bläulich ist. Brücke weist nun darauf hin, dass seine Untersuchungen feststellen, dass, nur wenn die trübenden Theilchen so klein werden, dass sie durch keine Vergrößerung durch das Mikroskop mehr erkennbar sind, die Farben der trüben Medien in voller Reinheit und Schönheit

---

[1]) Poggendorff, Annalen, 88. Bd., 1853, p. 382.

Digitized by Google

auftreten, während bei größeren Theilchen der Farbenunterschied im durchgelassenen und auffallenden Lichte immer geringer wird, und dass die Lichtzerstreuung mit der Kleinheit der Theilchen eine Verminderung erfahre. Brücke folgert daraus: „Die beschriebenen Thatsachen sprechen, wie ich glaube, klar und deutlich aus, dass man aus den optischen Eigenschaften der Atmosphäre in Rücksicht auf die Theilchen, von welchen die Himmelsbläue und die Morgen- und Abendröthe herrühren, vor der Hand keinen anderen Schluss machen könne, als dass sie sehr klein und im allgemeinen mit einer gewissen Gleichförmigkeit in der Atmosphäre vertheilt sind, wenn auch die oberen Schichten davon viel weniger als die unteren enthalten.“ Damit war ein neuer Gesichtspunkt in die ganze Betrachtung der Farben trüber Medien eingeführt, der natürlich auch für die Erklärung des Himmelsblaus maßgebend wurde.

Clausius[1]) erkannte sofort die Tragweite der Untersuchungen Brückes; er schrieb: „Ein neuer Gesichtspunkt für die ganze Sache bietet sich durch den von Brücke mitgetheilten Versuch dar . . . Hiernach müsste man annehmen, dass sehr kleine Körperchen nicht mehr nach den gewöhnlichen Brechungs- und Reflexionsgesetzen wirken . . . Auf diesen Fall ist aber auch die Theorie der Farben dünner Blättchen nicht mehr anwendbar und bedarf vielmehr einer neuen Entwickelung . . .“

---

[1]) Poggendorff, Annalen, 88. Bd., 1853, p. 554 ff.

Digitized by Google

Da nun Brückes Beobachtung, dass je kleiner die Theilchen sind, die Lichtzerstreuung um so geringer ist, und die Farben trüber Medien schöner hervortreten, durch die folgenden Untersuchungen bestätigt wurde, so sind obige Sätze von Clausius, dem Hauptvertreter der Theorie, dass das Himmelsblau eine Interferenzfarbe sei, die vollständigste Unhaltbarkeitserklärung seiner eigenen und der Newton'schen Anschauungen.

Es zeigt sich sonach, dass sich die Himmelsbläue auch nicht als Blau erster Ordnung, nicht als Interferenzfarbe dünner Blättchen auffassen lässt.

Es handelte sich also um eine neue Entwickelung, wie Clausius sagte. Diese neue Entwickelung musste absehen von Reflexion und Brechung im gewöhnlichen Sinne, denn die Versuche Brückes hatten bewiesen, dass die gewöhnlichen Gesetze derselben für so kleine Theilchen keine Giltigkeit haben.

Lord Rayleigh[1]) (damals noch Hon. Strutt) hat diese Entwickelung 1871 gegeben. Es sind seither bald zwei Decennien verflossen und dennoch hat diese einzige stichhaltige Erklärung des Himmelsblaus selbst in meteorologischen Kreisen bisher wenig oder keine Berücksichtigung gefunden. Es liegt mir deshalb daran, Ihnen womöglich eine klare Vorstellung dieser soviel es scheint einzig richtigen Theorie des Himmelsblaus zu vermitteln.

Stellen Sie sich die Wirklichkeit der Verhältnisse

---

[1]) Philosophical Magazine, 4. Serie, 41. Bd., 1871, p. 107.

Digitized by Google

vor, wie sie in unserer Atmosphäre liegen. Überall, wo nicht gerade der Erdschatten hinfällt, ist unsere Lufthülle von einem ununterbrochenen Strom (wenn ich so sagen darf) von Lichtstrahlen, Sonnenstrahlen, durchwogt. Diesen Strahlenstrom, der ja eine Wellenbewegung ist, denken Sie sich vorerst ungehindert sich ausbreitend in einer vollständig gleichförmigen homogenen Atmosphäre. Wenn nun in dieser Atmosphäre Trübungen entstehen, so wird die Wellenbewegung der Sonnenstrahlen an diesen kleinen Theilchen, von denen Sie wissen, dass wir sie äusserst klein annehmen müssen, Hindernisse finden. Was wird dadurch bewirkt? Wir wissen schon, dass wir nicht sagen dürfen, es trete eine Reflexion oder Brechung im gewöhnlichen Sinne ein. Sagen wir also, es erfolge eine Störung der ursprünglichen Wellenbewegung. Wie haben wir uns eine solche Störung vorzustellen? Wir können uns dieselbe nur so denken, dass das äusserst kleine Theilchen zum Mittelpunkte einer neuen Wellenerregung wurde, so dass von ihm als Centrum nun nach allen Seiten in kugelförmiger Ausbreitung neue Wellen, Elementarwellen, ausgehen. Bei Beantwortung dieser Frage handelt es sich hauptsächlich um zwei Größen: das Volum der äusserst kleinen Theilchen, welche wir als Erzeugungsmittelpunkte neuer Elementarwellen kennen lernten, und die Wellenlänge des von der Sonne kommenden Lichtes, auf welches die trübenden Theilchen störend einfließen. Ich kann Ihnen hier leider keine genaue Einsicht in die nun folgenden mathema-

Digitized by Google

tischen Entwickelungen geben, doch das konnte ja auch Niemand thun, welcher seinerzeit die Clausius'sche Theorie einem größeren Kreise mundgerecht machen wollte. Das Resultat ist aber leicht verständlich. Es ergibt sich, dass das von diesen kleinen trübenden Theilchen seitlich ausgehende Licht, sagen wir also das von ihnen reflectierte Licht, in Bezug auf seine Intensität der vierten Potenz der Wellenlänge des auf das Theilchen treffenden Lichtes umgekehrt proportional ist, d. h. also soviel: das kurzwellige Licht, somit die blauen Farben, werden sehr viel stärker reflectiert, als die langwelligen rothen. Führt man die Rechnung aus, so findet man, dass das Blau in dem vom Himmel reflectierten Lichte 4—5 mal stärker ist als das Gelb und 6—7 mal stärker als das Roth, das Violett sogar 6—8 mal stärker als das Gelb und 9—10 mal stärker als das Roth. Diese Intensitätsverhältnisse müssen aber das reflectierte Licht blau erscheinen lassen. Lord Rayleigh prüfte diese Rechnungsresultate an Messungen des reflectierten Himmelslichtes und fand Rechnung und Beobachtung in guter Übereinstimmung.

Über die Größe der trübenden Theilchen lässt sich wohl keine bestimmte Angabe machen; die von Lord Rayleigh geführten Rechnungen sind jedenfalls giltig, wenn die Theilchen kleiner sind als die kleinste in Betracht kommende Wellenlänge, d. h. kleiner als 0·00035 *mm*. Ob auch etwas größere Theilchen noch die gleiche Wirkung haben würden, lässt sich wohl

Digitized by Google

mit Bestimmtheit weder bejahen noch verneinen. Eines ist jedoch gewiss, dass Theilchen, die mehrmals größer als eine Lichtwellenlänge sind, schon nach den gewöhnlichen Reflexionsgesetzen Licht reflectieren. Da dieses so reflectierte Licht aber weiß ist, wie das auf dieselben auftreffende, so muss das Vorhandensein solcher größerer Theilchen das Himmelsblau immer weißlicher erscheinen lassen, bis dasselbe bei starker Vermehrung der größeren Theilchen ganz weißlich und bei weiterer Vergrößerung der Theilchen selbst matt- und grauweiß wird. Dies stimmt nun aber wieder ganz mit der Erfahrung, welche uns lehrt, dass, je stärker die Trübung der Atmosphäre wird, um so blasser und weißlicher der Himmel erscheint, bis ein Wolkenschleier eine vollständig mattweiße oder graue Farbe ihm verleiht.

Mit dem Himmelblau ist die Erscheinung verbunden, dass das blaue Himmelslicht stets polarisiert ist, und zwar immer in einer bestimmten Richtung, welche von der Natur der trübenden Theilchen ganz unabhängig ist, sobald die letzteren nur eine reine blaue Färbung verursachen. Diese Thatsache muss natürlich eine vollendete Theorie des Himmelsblau ebenfalls erklären. Lord Rayleigh gibt diese auch, zwar nicht in mathematischer Entwickelung, aber doch in principieller Form, und auch Soret[1]) hat übereinstimmend mit Rayleigh eine Begründung dafür gegeben.

---

[1]) Archives des sciences (Genf), 20. Bd., 1888, p. 442.

Digitized by Google

Ich lasse mich auf diesen Punkt nicht näher ein, da er schwerer allgemein verständlich darzustellen ist, ich wollte ihn nur der Vollständigkeit halber nicht unerwähnt lassen.

Auch die rothe Farbe der aufgehenden und untergehenden Sonne sowie des Mondes, ja sogar die grünen Tinten, welche bei der Dämmerung vielfach auftreten, finden in Rayleighs Theorie ihre Erklärung. Doch darüber und über die Farben des Morgen- und Abendhimmels habe ich vielleicht ein andermal Gelegenheit, zu Ihnen zu sprechen.

Digitized by Google

Digitized by Google

Zum Rudolf-See und Stefanie-See.

Von

Ludwig Ritter von Höhnel,
k. u. k. Linienschiffslieutenant.

Vortrag, gehalten den 22. Jänner 1889.

(Mit Projectionen.)

(Mit 4 Vollbildern, 1 Karte und 8 Abbildungen im Texte.)

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

Digitized by Google

Digitized by Google

Wie ich nach Afrika kam?

An einem schönen Maiabend des Jahres 1886 hatte ich die Wache am Bord der österreichisch-ungarischen Yacht „Greif", die damals zur Verfügung unseres Kronprinzenpaares vor Lacroma vor Anker lag.

Mein Commandant kam an Bord, und nachdem ich ihn begrüßt hatte, begann er mir zu erzählen, dass ein ungarischer Graf angekommen sei, der die Absicht habe, eine Reise in Afrika zu machen. Mich hatte es seit jeher mächtig nach dem Innern des „dunklen Welttheils" gezogen, und was war daher natürlicher als meine Antwort: Da muss ich mit! Schon am folgenden Tage sprach ich den ungarischen Grafen S. Teleki. In unserm durchlauchtigsten Kronprinzenpaare, das den Grafen Teleki nur ungern allein inmitten all der Fährnisse der Wildniss wissen mochte, hatte ich mächtige Förderer meiner Absichten, und meine Theilnahme an der projectierten Reise war schon am nächsten Tage eine beschlossene Sache. So kam ich nach Afrika.

Nach mannigfachen Vorbereitungen, wie es jede derartige Reise erheischt, doch noch im Herbste des-

Digitized by Google

selben Jahres, verließen wir Europa, um uns zunächst nach Sansibar, jenem bekannten ostafrikanischen Handelsemporium, dem Ausgangspunkte vieler berühmter Forschungsreisen, zu begeben. Damals gieng es dort viel stiller zu wie heute; die viel geringere Zahl von Europäern lebte mit den herrschenden Arabern und dem Negervolke noch im besten Einvernehmen. Der Dampfer kam nur einmal im Monate von Europa, und seine Ankunft bildete ein sehnsüchtigst erwartetes Ereignis für alle.

Unser umfangreiches Gepäck, das in hunderten von Gewehren, in kostbaren Instrumenten, in einem zerlegbaren eisernen Boote und tausend anderen ähnlichen Dingen bestand, ließ in uns auf den ersten Blick Forschungsreisende vermuthen, und unsere Ankunft, Ziel und Zweck der Reise bildeten für Wochen das Tagesgespräch der Europäer und Araber, wie ganz besonders der Neger.

Viele Forschungsreisende haben diese Insel als Ausgangspunkt zu ihren Unternehmungen gewählt und dabei zur Genüge die Gelegenheit wahrgenommen, uns deren wechselvolle Geschichte von Altersgrauen her zu erzählen, um darauf hier verweilen zu sollen. Im heutigen Sansibar oder „Unguja", wie es an Ort und Stelle heißt, sieht der anlangende Fremde eine Fülle anziehender Bilder, in den Straßen der Stadt und in ihrer Umgebung, wie sie nur ein solcher Grenzort der Civilisation bieten kann.

Von den ungefähr 70.000 Einwohnern, die Sansibar

Digitized by Google

haben soll, sind $^9/_{10}$ Neger, dieser daher der Typ, dem wir weitaus am häufigsten begegnen. So ein echter Sansibarite, comme-il-faut, ist übrigens keine üble Erscheinung. Sein langes, schneeweißes Hemd, aus feinem indischen Baumwollzeug reicht fast bis zur Erde und sticht grell von seinem dunklen Gesichte ab. Die Füße stecken in hübschen Mascatsandalen, und den oft glattrasierten Wollkopf bedeckt eine weiße, fezartige, kunstvoll gestickte Sansibarmütze; mit der Rechten schwingt er ein biegsames Stöckchen. Mit solch einfacher Eleganz begnügt sich hier der Dandy und schreitet er gewöhnlich in Gesellschaft einiger Kameraden selbstbewusst und immer heiter durch die Straßen.

Die „Bibi" (Mädchen oder Frau) hingegen ist nie weiß angethan. Sie liebt bunt und prächtig mit Mond und Sternen, preußischen Pickelhauben oder dergleichen bedruckte Stoffe. Das Zeug, mit dem sie ihren braunen Leib umschließt, reicht bis zum Boden und verdeckt wohlweislich die wadenlosen Beine. Es wird unter den Achseln, knapp oberhalb des schwellenden Busens geknotet, so dass die wohlgeformten Schultern freibleiben.

Daneben gibt es Indier in weißen Mousselinkleidern und Banjanen, anwidernde Gesellen mit einem wächsernen Teint, Parsis, die schlauesten Kaufleute der Welt, grüngelbgesichtige Goanesen, ehrwürdige Araber in braunem, kameelhaarenen Buschti, verräthesche Somalis, Beludschen und so fort.

Digitized by Google

Drei Monate vergiengen rasch mit dem Studium von Land und Leuten, deren Sitten und Sprache, mit dem Planen der Reiseroute, dem Ankaufe der verschiedenen für den Tauschverkehr mit den Wilden nöthigen Waren, dem Anwerben von Trägern, Führern und Dolmetschen.

Am 23. Januar 1887 sagten wir Sansibar und unseren dort gewonnenen Freunden Lebewohl.

Ich muss gestehen, dass mich der Moment meiner Abfahrt von Europa, als ich in Triest, umgeben von den vielen mehr oder minder gerührt Abschied nehmenden Passagieren, auf dem Verdecke der „Titania" stand, die geschäftige Mannschaft die Taue löste, das Schiff seinen Bug langsam seewärts drehte und ich die Menschenmenge auf dem Quai allmählich zu einer verworrenen Masse werden sah, viel peinlicher berührte als der Abschied von Sansibar und damit von der Civilisation. In der Fremde, unter uns unbekannten Menschen, deren Parole häufig „help yourself" heißt, wird man selbst bald kalt und hart, und das Bewusstsein, nunmehr auf eigener Kraft und eigenem Witze beruhen zu müssen, lässt Fähigkeiten in uns erwachen, die in Europa, uns selbst unbekannt, in uns schlummerten. Wir verließen somit Sansibar sehr leichten Herzens und betraten bei Pangani das Festland. Am Morgen des 4. Februar befanden wir uns an der Spitze einer großen, wohlausgerüsteten und bis an die Zähne bewaffneten Karawane, bereit zu unserem Marsche in die Wildnis.

Digitized by Google

Fig. 1. Unser zerlegtes eisernes Boot auf dem Marsche.

Digitized by Google

Digitized by Google

Die Reisen gehen in den meisten Theilen Afrikas zu Fuße vor sich, und es werden von Negern, Sclavenvolk aus allen möglichen Winkeln Afrikas, die oft viele Tonnen schweren Reisegüter tragen.

Unser gesammter Reisetross bestand aus 500 Traglasten; sie enthielten unsere Zelte, die Kisten und Koffer der eigenen Ausrüstung, Waffen und Munition, Instrumente, Werkzeuge, Medicinen, sowie die Tauschwaren für die Wilden. Dazu kamen noch zwei zerlegbare Boote. Beim Aufbruche von der Küste wog jede Last womöglich höchstens 70 englische Pfund; es ist dies das bereits zum Gesetze gewordene übliche Gewicht der Lasten bei längeren Reisen. Doppellasten werden von zwei Leuten an einer Stange transportiert, sind jedoch sehr verhasst. Für die sechs Körpertheile unseres zerlegbaren eisernen Bootes waren sogar je drei Leute nothwendig; jedes Stück wog eben auch 160 engl. Pfunde. Fig. 1 stellt unser eisernes Boot während des Marsches vor. Der dritte freie Mann eines jeden Bootstheiles trägt die im Gewehr, einer Wasserflasche, der Schlafmatte u. s. w. bestehenden Habseligkeiten der ohnehin überlasteten Träger.

Ein ganz gewöhnlicher Durchschnittsmarsch beginnt zwischen 5 und 6 Uhr früh und ist zur Mittagszeit bereits zu Ende. Noch in dunkler Nacht beginnen die Vorbereitungen zum Aufbruche. Die niedergebrannten Feuer werden geschürt, um einige Helle zu verbreiten, die Rufe unserer Anführer wecken die Karawane, es wird allmählich lebendig im Lager. Wir selbst schlum-

Digitized by Google

mern noch fest, ermüdet von den Anstrengungen des vorhergegangenen Tages, bis die Karawane halbwegs bereit ist und die Träger unserer Zelte, ungeduldig geworden, uns wecken. Unsere Toilette ist sehr einfach und bald gemacht, eine halbe Tasse kalten schwarzen Kaffees rasch getrunken. Indessen ist alles fertig gepackt und geschnürt, und während wir uns noch die Pfeife anzünden, ertönen die Rufe, welche die Karawane in Gang bringen. Teleki führt den Zug an und verlässt mit den Führern das Lager, das sich langsam entleert und zu einer riesig langen Schlangenlinie auflöst. Ich selbst verlasse den Platz erst viel später mit den Letzten. Zuvor mache ich noch einen Rundgang durch den verlassenen, nunmehr nur mit rauchenden Feuerstellen besäten Lagerplatz, um nachzusehen, ob in der Dämmerung nichts vergessen wurde; dann wird die Zeit des Abganges notiert, und das oft schwere Tagewerk beginnt.

Zu Beginn einer Reise darf man seiner Karawane noch keine besonderen Leistungen zumuthen; die Leute sind noch nicht trainiert, und die 70 Pfund schweren Lasten drücken ihnen noch die Schultern wund. Wir selbst sind noch Neulinge und haben es mit einer Horde zu thun, die von dem einzigen Gedanken erfüllt ist, uns zu belügen, zu betrügen und beim geringsten Anlasse davonzulaufen. Obwohl uns der Marsch unter einer glühenden Sonne noch sehr beschwerlich fällt, müssen wir uns alle Unverschämtheiten unserer Leute aus Furcht vor Desertionen mit

Digitized by Google

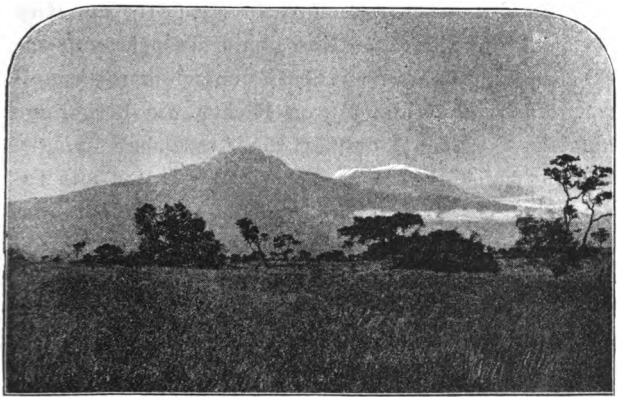


Fig. 2. Der Kilimandscharo.

wahrer Lammsgeduld ertragen und dürfen nur in seltenen Fällen zum Stocke greifen. Später, wenn man einmal weit im Innern ist, zumal wenn es noththut, werden die Lasten schwerer, die Märsche viel länger und die Rationen kleiner.

Als wir unser erstes Ziel, das am Fuße des schneegekrönten Kilimandscharo (Fig. 2) liegende Taveta, erreicht hatten, waren hundert unserer Leute, also beinahe ein Drittel desertiert. Das bis dahin durchzogene Gebiet entspricht wenig den landläufigen Vorstellungen einer Landschaft in den Tropen. Von den Palmen und Lianen, von den mannigfachen Blüten in leuchtenden Farben hat man mit der Küstenregion Abschied genommen; daran reihen sich dorniger, knor-

Digitized by Google

riger Buschwald, dürre, sonnverbrannte Steppen. Hier aber, wo die glühenden Küsse einer Tropensonne ungeheure Schneemassen auf dem Kilimandscharo schmelzen, stürzt eine Unzahl von Bächen die Berghänge hinab in die Ebene, um dort einer traumhaft üppigen Vegetation das Leben zu geben. Wir hatten mit Taveta einen herrlichen Ort erreicht. In einem ungeheuer dichten Walde lebt versteckt eine kleine Anzahl von reizend freundlichen Eingeborenen. Sie sehen Karawanen gerne bei sich, da sie sich bei deren Anwesenheit einer größeren Sicherheit erfreuen, denn in der Umgebung schwärmen Horden gefürchteter Masais herum. Im ewig grünen, schattigen Walde verlebten wir ruhige Tage in herrlicher Sorglosigkeit, im süßen Genusse von goldigen Bananen, von prächtigen Fischen, in Milch und Honig schwelgend. Wir verweilten drei Monate in der Umgebung dieses afrikanischen Arkadien, und ein Besuch des 15.000 Fuß hohen Meruberges, die Besteigung des Kilimandscharo bis zu einer Höhe von 16.700 Fuß füllten der Hauptsache nach diesen Zeitraum aus.

Wir traten die Tour zum Meruberge zu Beginn der großen Regenzeit an und hatten daher während dieser vier Wochen auch viel zu leiden vom Regen, der Tag und Nacht unaufhörlich vom bleigrauen Himmel herabrieselte. Der Pfad führte über versumpfte Wiesen, durch Wälder, die vom Regen troffen, und über zahlreiche Bäche, die nun zu reißenden Gewässern angeschwollen waren. Während dieser Zeit prangt jedoch

Digitized by Google

selbst der unfruchtbarste Fleck Erde im entzückendsten Grün und konnten uns auch alle die vielen Unannehmlichkeiten, mit welchen das Reisen in den Tropen während der Regenzeit stets verbunden ist, unsere frohe Laune nicht verderben. Wir machten in dieser Zeit die erste Bekanntschaft mit dem großen und ge-

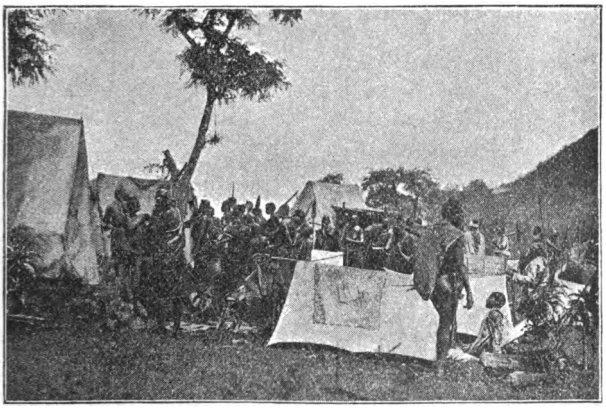


Fig. 3. Lager am Meruberge.

fährlichen Wilde Afrikas, brachten Büffel und Rhinocerosse zur Strecke, sahen die ersten Elephanten in freier Wildnis und hörten zum erstenmale das dumpfe Gebrüll der Löwen, die in dunkler Nacht unser Lager umschlichen.

Auf den Hängen des Meru selbst verweilten wir eine volle Woche (Fig. 3). Üppige Bananenhaine, saftig-

Digitized by Google

grüne Bergwiesen umgaben uns auf allen Seiten; doch war unsere Lage bei diesen frechen Bergbewohnern eine viel zu unsichere, als dass wir uns einem sorglosen

Fig. 4. Sultan Miriali im Kriegskleide, umgeben von den Großen seines Reiches.

Genusse der Naturschönheiten hätten hingeben dürfen. Die täglichen Regen ließen überdies Gedanken an eine Besteigung des Berggipfels gar nicht aufkommen.

Die herrlichsten Erinnerungen nahmen wir von

Digitized by Google

unserem Besuche des Kilimandscharoberges mit uns, obwohl wir in diesem Unternehmen insoferne wenig glücklich waren, als wir nur eine Höhe von 16.700 Fuß erreichten.

Die näheren Vorbereitungen zum Aufstiege trafen wir bei Miriali, einem der achtundzwanzig Negerfürsten, die sich in der Herrschaft um den bewohnten Südhang dieses Berges theilen. Großartige Kriegsspiele, die Miriali uns zu Ehren gab, hielten sowohl seinen kleinen Staat, wie die Nachbarreiche während mehrerer Tage in festlicher Aufregung (Fig. 4).

Nachdem uns Miriali derart von seiner Macht und Größe überzeugt zu haben glaubte, gieng es weiter bergauf. Im Fluge durcheilten wir alle Klimate und deren eigenthümlichen Vegetationsformen. Am Morgen hatten wir noch mit Vorliebe die schattigen Pfade kühler Bananenhaine aufgesucht und abends riefen uns bereits Brombeeren, ja heimische Veilchen Erinnerungen an die Heimat wach. Durch einen geschlossenen, fast undurchdringbaren Urwaldgürtel, der sich um den ganzen Berg herumzieht hindurch gelangten wir hierauf über Bergwiesen, die nur mit kleineren Gruppen dunkler Cypressen, sowie schwarzgrüner Baumericaceen bestanden waren. Ein auffallender Baum mit ungewöhnlichen Formen trat in einzelnen Exemplaren dazwischen auf. Es ist dies die für die Kilimandscharohöhe zwischen 9000 und 11.000 Fuß charakteristische *Senecio Johnstoni*, die eben über und über mit dunkelgelben Blütenbüscheln bedeckt war (Fig. 5).

Digitized by Google

Je höher wir stiegen, um so spärlicher wurde die Vegetation, bis wir schließlich auf dem kahlen, 13.400 Fuß hohen Sattelplateau lagerten, welches die beiden

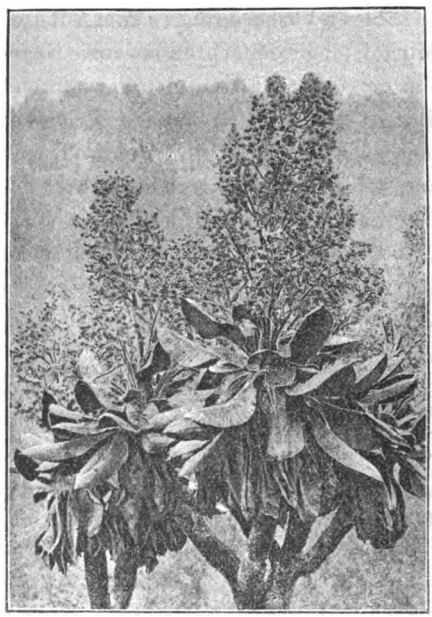


Fig. 5. *Senecio Johnstoni.*

Kilimandscharospitzen mit einander verbindet. Finster und drohend ragte der schroffe Kimawensi (Fig. 6) zu unserer Rechten empor, während der eisumgürtete Kibo von der ersterbenden Abendsonne mit rosigem

Digitized by Google

Scheine übergossen dastand. — In dieser Höhe von 13.400 Fußen herrschte bei Tage eine ganz erträgliche Temperatur, doch fiel das Thermometer nach Sonnenuntergang rasch unter Null. Des Morgens lasen wir als Minimum — 11° Celsius ab. Froststeif traten wir unseren Weiterstieg an, gelangten jedoch nur bis in die

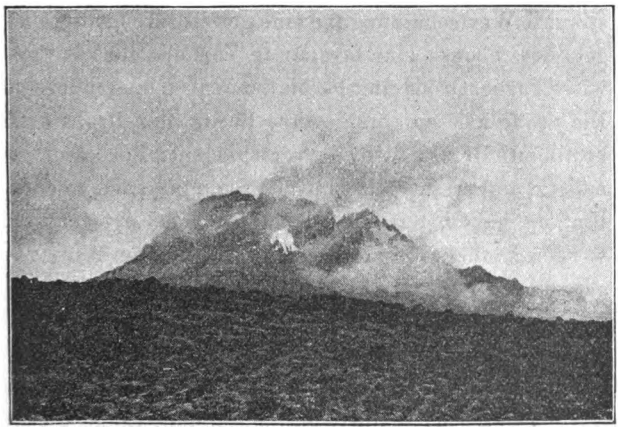


Fig. 6. Der Kimawensi vom Kilimandscharosattel aus.

bereits erwähnte Höhe von 16.700 Fuß, in welcher wir uns infolge des Einflusses großer Luftdünne zur Umkehr gezwungen sahen.

Rasch eilten wir dann wieder die unwirtlichen Hänge hinab, dem sonnigen Taveta zu. Dort hatten unsere Leute indessen tüchtig gearbeitet. Bevor man weiterzieht, müssen mit den Tauschartikeln gewisse

Digitized by Google

Manipulationen vorgenommen werden. Man führt bei diesen Reisen zum Tauschverkehre mit den Wilden gewaltige Mengen von allerlei Perlen und Stoffen, sowie Metallen in Drahtform mit sich. Obwohl die meisten dieser Dinge kein Bedürfnis für die Eingeborenen sind und nur als Luxusgegenstände Wert haben, so hat sich dennoch bei den meisten Völkern eine bestimmte Wertschätzung für eine gewisse Menge herausgebildet, ebenso eine bestimmte Vorliebe für eine gewisse Farbe, Größe und Façon der Waren eingebürgert. Die Stoffe müssen eine gewisse Breite, der Draht eine bestimmte Dicke haben; die verschiedenen Perlensorten müssen aufgereiht sein und die Stränge einen solchen Umfang haben, dass sie leicht über den Kopf gezogen werden können. Wir hatten hier unter anderm unsern gesammten Perlenvorrath zu mehr als 200.000 Strängen aufzureihen.

Am 15. Juli brachen wir wieder auf. Um den Osten des Kilimandscharo herum gieng es weiter nach Norden durch das gefürchtete Masailand. Es ist dieses der Hauptsache nach ebenfalls eine sonnverbrannte Steppe, der vereinzelte stachlige Akazien nur geringe Abwechslung verleihen. Die Herren dieses Landes, die Masais, sind Nomaden, und wir begegneten häufig ihren Viehheerden. Ich will hier nur eine auffallende Institution dieses interessanten und weit über seine Grenzen hinaus gefürchteten Strauchrittervolkes erwähnen, nämlich ihre strenge Scheidung in Verheiratete und Unverheiratete. Treten wir in einen

Digitized by Google

Kral ein, so begegnen wir nur älteren Männern und Frauen, sowie kleinen Kindern. Die erwachsenen Sprossen derselben wohnen oft tageweit ab in gesonderten Kralen, wo wir zu unserem Erstaunen nur die jeunesse dorée, nur schwarze Fräulein und junge Männer, letztere aufgeblasene und unverschämte Gesellen, in größter Eintracht beisammen finden. Die

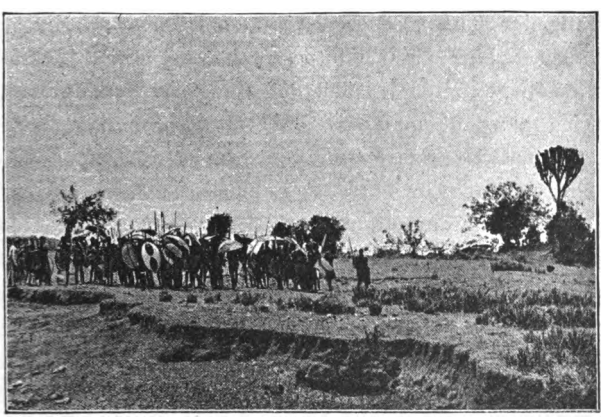


Fig. 7. Masaikriegergruppe.

Landessitte will es ferner, dass die Unverheirateten sich ganz strenge entweder an Milch- oder Fleischnahrung halten, doch kann ein Wechsel darin eintreten. Haben sie eine zeitlang bloß von Milch gelebt, dann können sie zur Fleischnahrung übergehen, dürfen jedoch nie beides zu gleicher Zeit genießen. Vegeta-

Digitized by Google

bilien, Honigbier, Tabak und dergleichen dürfen sich nur die Verheirateten zu Gemüthe führen (Fig. 7).

Die Kleidung der meisten Afrikaner ist bald beschrieben. Bei der Toilette der Frauen spielen Perlen gewöhnlich die Hauptrolle. Bei den Masaimädchen fällt besonders der Schmuck der Beine und Arme auf, die, mit dickem Eisendraht spiralig umwunden, wie gepanzert sind. Das macht sie unbeholfen, und der Gang der sonst graziösen Schönen ist plump. Einige Perlenschnüre als Gürtel, ein Lendenschurz aus weichen Ziegenfellen ist meistens alles, was sie anhaben. Doch gewöhnt man sich bald daran, in einer glänzenden Fettschichte, mit der sie den Körper beschmieren, Ersatz für alles Fehlende zu sehen. Über die Kleidung der Männer können wir um so leichter hinweggehen, als über diesen Gegenstand so gut wie nichts zu sagen ist. Über der Frisur der Haare und dem Schmuck der Ohren vergessen sie meist alles andere.

Wie wir die Masais kennen lernten, erwiesen sie sich besser als ihr Ruf; wir kamen unangefochten durch ihr Land nach Ngongo-Bagáss und standen damit an der Landesgrenze einer äußerst feindlich gestimmten Bevölkerung und am Beginne schwerer, an Abenteuern reicher Zeiten.

Das Kikuyu-Land zieht sich um den Süden und Osten des Keniaberges herum. Ein außerordentlich dichter, jedoch nur wenige Stunden breiter Urwaldstreifen begrenzt es auf allen Seiten, weshalb man bis

Digitized by Google

zu unserm Durchzuge völlig im Unklaren über die Natur des Landes geblieben war. Die äußerst zahlreiche Bevölkerung hatte, in den schützenden Walddickichten mit ihren vergifteten Pfeilen lauernd, die wenigen bisher gemachten Versuche, in ihr Land einzudringen, stets zurückgeschlagen, ja, eine große Mombaskarawane war bei diesem Unternehmen niedergemacht worden. Wir waren zwar von allen Seiten dringend davor gewarnt worden, uns an dieses Volk zu wagen, doch schien uns die Eröffnung dieses äußerst fruchtbaren Landes so recht die Aufgabe einer großen und derart bewaffneten Karawane zu sein, wie es die unsere war. Unser Plan gieng dahin, durch dieses Land hindurch den Schneeberg Kenia zu erreichen. Wir hielten uns für alle Fälle für gewarnt und bezogen am Waldrande ein festes, diesmal mit Palissaden umgebenes Lager. Von da heraus begannen wir unsere ersten Beziehungen mit den Kikuyus anzuknüpfen. Im Anfange spielte ein altes Masaiweib die Vermittlerin, und unsere Verhandlungen waren bald von Erfolg begleitet, da uns ein Umstand dabei zuhilfe kam. Das Land benöthigte nämlich dringend Regen. Nach der naiven Anschauung der Eingeborenen muss es natürlich jeder Weiße verstehen, Regen zu machen. Wir versprachen daher den Regen, und ein Dutzend Blutsfreundschaften wurde daraufhin geschlossen. Nebstbei vergaßen wir jedoch keineswegs, auch unsere 300 Gewehre in Stand zu setzen, Munition zu vertheilen, kurz, uns möglichst gefechtbereit zu machen, denn mit

Digitized by Google

den Wilden ist kein dauernder Bund zu flechten, so viel hatten wir schon gelernt.

Am 7. September drangen wir in dicht geschlossener Reihe, in gespannter Erwartung der Dinge, die da kommen würden, durch den Grenzwald, und nun kamen Tage, an die wir uns Zeit unseres Lebens erinnern werden. Ich kann hier nicht in alle Einzelheiten eingehen. Umdrängt, umdroht von Tausenden, von Massen Eingeborener, die uns mit ihren Stöcken hätten erschlagen können, so viele waren ihrer, hatten wir unsere Märsche zurückzulegen.

Hatten wir schließlich nach langem Marsche einen Lagerplatz erreicht, dann musste in größter Eile an die Sicherung desselben gegangen werden, denn von allen Seiten kamen die Eingeborenen herangelaufen, und bald war das Lager von solchen in bedrohlicher Weise überfüllt, während zahlreiche Gruppen, die stets Unheil beriethen, in der Umgebung Stellung nahmen (Fig. 8).

Das Lager bot in solchen Momenten stets ein äußerst lebhaftes Bild. Die Axtschläge schallten weithin durch die Luft, gefällte Bäume fielen krachend zur Erde, wurden von unseren Leuten keuchend herangeschleppt und in den Boden eingerammt. Dazwischen mischte sich häufig der langgedehnte Kriegsruf der Wilden.

Nach einer Stunde sahen wir uns stets von einer Dornenmauer umgeben und konnten uns Gefühlen größerer Sicherheit hingeben; es war dies immer eine

Digitized by Google

Fig. 8. Im Kikuyulande.

Digitized by Google

Digitized by Google

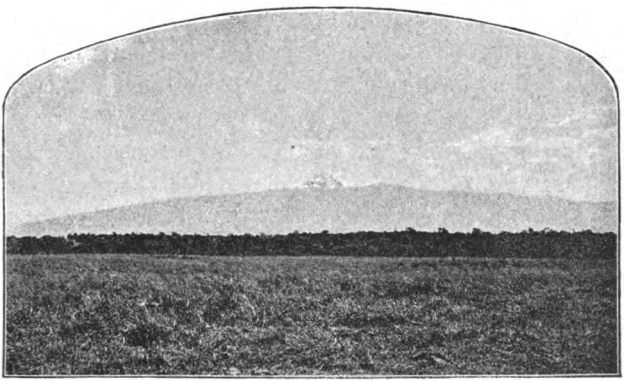


Fig. 9. Der Kenia von Ndoro aus.

Stunde, während welcher wir mit gespannten Gewehren und angehaltenem Athem die Umgebung im Auge zu behalten hatten, weil diese Zeit stets den gefährlichsten Moment im Laufe des täglichen Lebens bildete.

Wir griffen täglich, oft mehrmals zu den Waffen, da wir unaufhörlich die Eingeborenen sehen konnten, wie sie sich zum Angriffe bereit machten, und fast unausgesetzt gellte uns ihr langgedehnter Kriegsruf in die Ohren. An zwei Tagen war es bereits zu Zusammenstößen gekommen, beidemale bei Bachübergängen, und obwohl wir ihnen schwere Niederlagen beigebracht hatten, war von Ruhe und Frieden noch lange keine Rede. Menschenleben zählen wenig in diesen Ländern. Verfolgt und gehetzt, fühlten wir mit jedem Tage eine

Digitized by Google

heftigere Erbitterung, und als es abermals zum Kampfe kam, waren wir damit nicht so bald zu Ende. Den fortwährend drohend aussehenden Verhältnissen, der fortgesetzten Beunruhigung, die unsere Nerven schließlich aufzureiben drohte, machten wir nun ein entschiedenes Ende. Zwei Tage lang schwärmten unsere Leute in der Umgebung herum, bis sie von Feinden gesäubert war; dabei wurden die Dörfer eingeäschert, und mit vielen Gefangenen, die wir als Geiseln behielten, und mit reicher Beute an Vieh, unserem unentbehrlichen Nahrungsmittel, das wir nehmen mussten, zogen wir ab. Nun wussten wir uns mit jedermann in Feindschaft, erschlossen unsern Weg bis zur Grenze und erreichten solcherart mit heiler Haut den Kenia (Fig. 9).

Bekanntlich verdanken wir dem deutschen Missionär Krapf die Kenntnis von der Existenz dieses hohen Berges; außer diesem hatte ihn noch der Engländer Thomson gesehen. Noch niemand hatte es jedoch bis dahin unternommen gehabt, ihn zu besteigen und in seine geheimnisvollen Schluchten einzudringen. Graf Teleki machte sich allein dazu auf, denn ich litt damals schon seit längerer Zeit an Dysenterie; nur die Aufregungen der vergangenen Wochen hatten mich aufrechterhalten, nun aber klappte ich zusammen, und angesichts dieses Bergriesen, der, obwohl unter dem Äquator gelegen, mit seiner Spitze bis in die Region ewigen Eises emporragt, musste ich zu meinem größten Leidwesen das Bett hüten. Es gelang Teleki, eine Höhe von 15.500 Fuß zu erreichen; er stand damit am

Digitized by Google

Fig. 10. Äquatorlager in Leikipia.

Digitized by Google

Digitized by Google

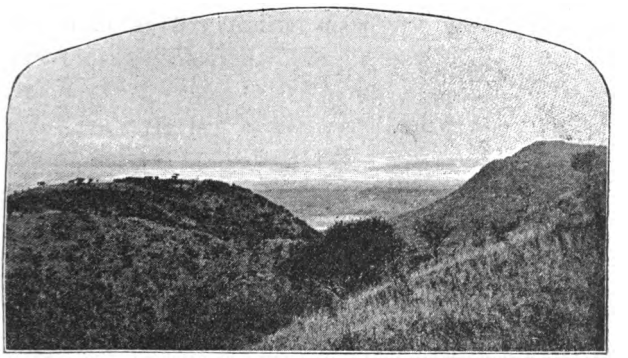


Fig. 11. Der Baringo-See vom Leikipiaplateau aus.

Absatze der noch 2000—3000 Fuß höheren Bergspitze und konnte einen weiten, schneegefüllten Krater überblicken.

Während unseres dreiwöchentlichen Haltes genas ich halbwegs, und wir zogen hierauf in nordwestlicher Richtung weiter dem Baringo-See zu.

Der Pfad führte dem Fuße der 14.000 Fuß hohen Aberdarekette entlang. Dichte Wälder säumen die Ufer der zahlreichen, von den Berghängen herabrieselnden Bäche ein. Obwohl diese Wälder unter dem Äquator gelegen sind, bestehen sie nicht zum geringsten Theile aus Coniferen, denn wir befinden uns da stets in einer mehr wie 6000 Fuß betragenden Meereshöhe (Fig. 10).

Da trennte ich mich von Teleki, da es mich trieb, dem unbekannten Laufe des Guasso-Njiro-Flusses zu folgen.

Digitized by Google

Nachdem ich mich siebzehn Tage in dessen pfadloser Umgebung führerlos herumgetrieben hatte, wendete ich mich, durch das Ausgehen des Proviants gezwungen, ebenfalls westwärts und erreichte, über steile Abstürze und Bergrücken hinwegschreitend, den 3000 Fuß tiefer gelegenen Baringo-See, wo Teleki bereits drei Wochen früher eingetroffen war (Fig. 11).

Wir waren damit an der Grenze jener Gebiete angelangt, die bereits vor uns bereist waren. Was von hier an weiter im Norden an Ländern und Völkern sich befinden mochte, war noch unbekannt, und wenn man ältere Karten jener Gebiete ansieht, so weisen sie entweder die bekannten weißen Stellen auf, oder sie zeigen nach bloßen Vermuthungen eingezeichnete Bergländer, Seengebiete und Flussläufe, wie sie in Wirklichkeit nicht existieren. Hier denn beginnt unsere eigentliche Forschungsreise. Während ich dem Guasso-Njiro-Flusse nachgieng, war Graf Teleki zum Baringo-See vorausgeeilt, um die Vorbereitungen für die Weiterreise zu treffen und so unseren Aufenthalt zu einem möglichst kurzen zu gestalten. Wir hatten uns jedoch in dieser Beziehung gründlich verrechnet. Zur Weiterreise nach Norden war nach allem, was wir darüber erfahren konnten, ein großer Lebensmittelvorrath nothwendig, denn der Weg dahin sollte über weite Strecken gänzlich unbewohnter Wildnis führen. In der Umgebung des Baringo herrschte jedoch Hungersnoth in einem Umkreise von vierzehn

Digitized by Google

Fig. 12.

Digitized by Google

Digitized by Google

Tagen. Wir waren gezwungen, eine Karawane weit zurück nach Ngongo-Bagáss zu senden, um die Futtervorräthe zu kaufen, die wir brauchten, und zwei Monate vergiengen, bevor dieselbe wieder zurückkam. Wir waren während der ganzen Dauer unseres Aufenthaltes auf die Jagd, d. h. auf den Zufall angewiesen. Es erinnert uns diese Zeit an eine Fülle der aufregendsten Jagderlebnisse, und nun hatte Graf Teleki, ein in Europa bekannter Sportsman, sein wahres Vergnügen. Hauptsächlich seiner Büchse fielen mehr als hundert große Thiere, Büffel, Rhinocerosse und Elephanten, zum Opfer, und wir waren während der ganzen Zeit reichlich mit Fleisch versorgt (Fig. 12).

Am 10. Februar 1888 brachen wir wieder unsere Zelte ab. Die Karawane zählte nur noch 200 Leute; die Hälfte derselben trug Lebensmittel, die in Bananenmehl, Mais und Bohnen bestanden. Zusammen mit einer kleinen Viehheerde reichte dies bei entsprechender Sparsamkeit für knapp fünfunddreißig Tage.

Unser Pfad führte in nordöstlicher Richtung weiter, über das Leikipiaplateau, über die 9000 Fuß hohe Loroghikette, dann längs einer andern schönen Bergkette, die wir in dankbarer Erinnerung der uns vom Commandierenden der Sultanstruppen in Sansibar geleisteten Dienste „Matthews-Kette“ tauften, nach Norden, immer durch wüste, menschenleere Wildnis, in welcher die Expedition hauptsächlich Wassermangels wegen beinahe zur Rückkehr gezwungen wurde. Am zwanzigsten Tage gelangten wir zum

Digitized by Google

Njiro-Berge und damit wieder zu Menschen. Die wenig zahlreichen Bergbewohner konnten unseren geschwundenen Vorräthen zwar nicht aufhelfen, doch erhielten wir von ihnen wertvolle Auskünfte über die weiteren Gebiete. Nun gieng es unter der sicheren Führung eines Njiro-Mannes immer nach Norden. Fünf Tage lang marschierten wir zwischen Bergen, über schauderhaftes vulcanisches Gerölle, als sich mit einem Schlage vor unseren Augen ein Bild, wie wir es herrlicher nie wieder gesehen, entrollte. Eine weite, unbekannte Welt eröffnete sich uns hier, ganze Ketten neuer Berge, weite Steppen, ein neuer Horizont. Und tief zu unseren Füßen lag in felsigem Rahmen die dunkle, blaue Fläche eines schönen Sees, dessen Ufer in unabsehbarer Ferne im Norden verschwanden. Das war unser Ziel, und nun hatten wir es glücklich erreicht. Zuerst schwelgten wir, lange in tiefes Schweigen versunken, im Anblicke des sonnigen Landschaftsbildes, und dann gieng es an die Arbeit, ans Messen von hunderten von Winkeln, an das Festhalten des Gesehenen. Von der Höhe aus, auf welcher wir standen, tauften wir schließlich den See, der unsere wichtigste Entdeckung ausmacht. Wir nannten ihn „Rudolf-See“ zu Ehren weiland des Kronprinzen und zogen dann weiter. Nach äußerst beschwerlichem Abstiege durch unwegsame Schluchten erreichten wir am folgenden Tage den Seestrand. Ein entsetzlich heißer Wind warf da unsere Zelte um und wirbelte uns brennende Sandwolken ins Gesicht. Dazu peinigte uns

Digitized by Google

qualvoller Durst, denn das schwach salzige Seewasser vermochte ihn nur für kurze Zeit zu löschen. Schutzlos allen Unbilden preisgegeben, erwarteten wir am schattenlosen Strande sehnsüchtigst das Ende des Tages, und von der Begeisterung, die uns gestern noch alle durchglühte, war bald jede Spur verschwunden. Wir waren augenscheinlich in eine jungvulcanische Gegend gerathen; spitzes, scharfkantiges Gerölle, sowie größere Steintrümmer besäeten unsere kahle Umgebung. Eine traurige Insel, aus einer Reihe von erloschenen Kratern gebildet, blickte aus dem See heraus. Südlich vom See sahen wir einen schwarzen, von Lavaströmen umflossenen Kegelberg, der unausgesetzt Rauchwolken ausstieß, also noch thätig war. Den Wüstencharakter behielt die Landschaft bei, so weit wir sehen konnten, und es begannen uns bange Ahnungen von schweren Zeiten voll Hunger und Entbehrungen zu erfüllen. Unsere Vorräthe reichten bei der weitestgehenden Sparsamkeit nur noch für neun Tage, bis dahin mussten sich die Verhältnisse ändern, oder es war um uns geschehen. Unter dem Eindrucke trüber Aussichten eilten wir dem Seestrande entlang weiter. Wir sahen bereits mit Schrecken den Tag nahen, an welchem wir die letzte Ration austheilen würden, als sich plötzlich die Wüste mit Elephanten belebte, die aus der augenscheinlich wasserlosen Umgebung zum See gewandert kamen. Nun machten wir uns an die Jagd; es gelang uns, zweiundzwanzig dieser großen Thiere zu erlegen, und damit hatte unsere Noth diesmal ein Ende. Wir

Digitized by Google

zogen weiter, und am zweiundzwanzigsten längs des Seestrandes zurückgelegten Marsches, nach vierundfünfzig vom Baringo-See an gezählten Tagen gelangten wir an das bewohnte Nordende des Rudolf-Sees, doch waren zwanzig unserer Leute den Entbehrungen dieser Zeit erlegen.

Bei Reisen durch unbekannte Wildnis, wenn wir nach langem, heißen Marsche den Wassertümpel, auf den wir rechnen, trocken finden, wenn die Noth uns zwingt, uns ebenso wie unsere Leute bis zum letzten Blutstropfen auszunützen, um Rettung zu finden, dann fallen Opfer. Von andauernd kärglicher Nahrung schwach, schleppt sich der Mann bis zum letzten Reste seiner Kräfte mühsam den Pfad weiter, bis er zusammenbricht, bis er stirbt. Mitleid lässt uns aufmunternde Worte vergeuden, doch „Lass' mich sterben, Herr," ist seine Antwort. Wir können ihm nicht helfen, wir müssen fort, die Last wird ihm abgenommen, er selbst bleibt liegen, denn die Karawane zieht unaufhaltsam weiter. Aasgeier erspähen ihr Opfer, umkreisen die Stelle und zeigen uns noch lange an, wo der Unglückliche liegt. Bald gibt es ein Skelet mehr, das den Weg bezeichnet, den wir genommen. Es sind dies Scenen, die sich weit hinter der Karawane stets nur vor einzelnen Zeugen abspielen, so dass den Kameraden der Anblick ihres möglicherweise gleichen Loses erspart bleibt. Mir, der ich stets am Ende der Karawane marschierte, fiel es stets zu, jene armen Opfer ihrem grässlichen Schicksale überlassen zu müs-

Digitized by Google

sen, doch konnte ich nichts thun, und wenn ich der menschenfreundlichste der Menschen gewesen wäre.

Wir trafen da eine ganze Völkerkarte von Stämmen beisammen, die theils der nilotischen, theils der hamitischen Sprachgruppe angehören. Hauptsächlich hatten wir es jedoch mit den Reschiáts zu thun, die uns sehr freundlich aufnahmen, obwohl sie noch nie eine Karawane gesehen, ja selbst von der Existenz solcher keine Ahnung hatten.

Wir erkundeten hier die Lage eines zweiten, östlicher gelegenen Sees und brachen nach genossener Rast auch dahin auf. Ein siebentägiger Marsch durch unbewohnte, wasserlose Wildnis, in welcher wir jedoch auf Regentümpel rechnen konnten, da inzwischen die Regenzeit eingetreten war, brachte uns an den flachen Seestrand. Dieser See ist viel kleiner wie der Rudolf-See; sein Wasser ist untrinkbar, salzig, und seine Ufer sind daher auch unbewohnt. Wir tauften ihn der Frau Kronprinzessin-Witwe zu Ehren „Stefanie-See“ und kehrten, ohne eine einzige Menschenseele gesehen zu haben, wieder zu den Reschiáts zurück. Da geriethen wir in die größte Verlegenheit. Wir hatten beabsichtigt, den See im Norden zu umgehen und längs dessen Westseite den Rückweg zum Baringo und zur Küste anzutreten und damit die Expedition zu beschließen. Und nun erwies sich dieser Plan als ganz unausführbar. Während der Regenzeit steigt das Niveau des abflusslosen Sees bedeutend; er tritt im Norden über seine Ufer, die flache Landschaft

Digitized by Google

daselbst mit merklicher Strömung überflutend. Außerdem münden dort noch zwei große, wasserreiche Ströme in den See. Nun hatten wir unglücklicherweise unser Boot bei einer Elephantenjagd im See verloren, und wir gelangten zur Überzeugung, dass ohne Fahrzeug nicht hinüberzugelangen war. Eine Rückkehr nach Süden auf demselben Wege, auf dem wir hergekommen waren, schien uns gleichfalls unmöglich, da wir so große Lebensmittelmengen, wie wir sie für denselben brauchten, weder zu kaufen, noch bei unserer verminderten Leutezahl zu tragen im Stande waren. Wir befassten uns schon mit den abenteuerlichsten Plänen, als es uns schließlich doch gelang, eine größere, wenn auch unzureichende Quantität von Negerkorn einzutauschen, und so eilten wir wieder dem Seestrande entlang, durch die uns schon bekannte Wüste, bis zu unserm ehemaligen ersten Seelager zurück. Hart am thätigen Vulcan vorbei, gieng es dann nach Westen, ohne Aufenthalt, ohne Bedenken, denn unsere erschöpften Vorräthe trieben uns vorwärts, über die Grenze des Landes der Turkana.

Wir waren schon mehrere Stunden bei einzelnen aufsichtslos weidenden Kameelherden vorbeigewandert, als die Eingeborenen erst unsere Anwesenheit gewahr wurden und in entsetzter Flucht mit ihren Herden davonstoben. Da wir jeden Schein feindlicher Absichten vermieden, wagten sie sich langsam wieder heran und freuten sich schließlich sichtlich über das für sie historische Ereignis, die erste Küstenkarawane

Digitized by Google

mit ihren herrlichen Kostbarkeiten im Lande zu haben. Das Land der Turkana umfasst ein bedeutendes Territorium längs der ganzen Westseite des Rudolf-Sees. Die Gebiete, welche wir kennen lernten, waren wenigstens während unseres Dortseins gras- und wasserlose Sandwüsten. Wir waren während unserer ganzen Reise durch Turkana genöthigt, uns das Wasser durch Graben zu verschaffen, und wir konnten uns nicht genug wundern, wie ein Nomadenstamm mit ziemlich beträchtlichen Viehheerden im Stande ist, in diesem Lande zu leben. Das Hornvieh gleicht indessen auch wandelnden Gerippen, während für die Kameele bessere Bedingungen zu einem gedeihlichen Fortkommen vorhanden sind. Die Turkanas besitzen diese nützlichen und anspruchlosesten aller Hausthiere erst seit vierzig bis fünfzig Jahren und verstehen es nicht einmal noch, dieselben zu behandeln.

Im Gegensatze zu seinem Vieh ist das Volk der Turkana ungemein kräftig gebaut und sicher auch sehr tapfer. Es spricht dafür der Umstand, dass der Speer die einzige Waffe ausmacht; sie suchen daher den herzhaften Kampf Mann an Mann.

Am 20. Juli hatten wir Turkana hinter uns; wir standen am trockenen Bette des Trrguéll-Flusses, wieder in der unbewohnten Wildnis, diesmal mit völlig leeren Händen und in der peinlichen Lage, unserer Karawane nicht die kleinste Ration geben zu können. Abermals zogen wir auf die Jagd aus, aber das Schicksal wollte es, dass wir immer beutelos heimkehren

Digitized by Google

mussten zum Lager, wo uns unsere hungrigen Leute mit gierigen Blicken erwarteten. Zu unserer Rettung gab es in jener Gegend eine Art von Feigenbaum von der Größe einer mächtigen Eiche, dessen Früchte essbar waren. Damit uns kümmerlich erhaltend, zogen wir durch eine fast unentwirrbare Waldwildnis langsam nach Süden, von Feigenbaum zu Feigenbaum. Nach zehn Tagen stießen wir auf eine kleine ackerbautreibende Colonie, die uns jedoch nur sehr wenige Lebensmittel abtreten konnte. Immer in der Hoffnung auf eine baldige Änderung unserer Lage wanderten wir weiter; manchmal waren es Beeren, dann wieder essbare Kräuter, einmal sogar Webervogelnesthocker, die wir zu tausenden aushoben, womit wir uns aufrechterhielten. So vergiengen vier schreckliche Wochen. Wir kamen zu Eingeborenen, die selbst Hunger litten; da waren die Bäume und Sträucher ihrer Früchte und Beeren beraubt und die essbaren Kräuter bereits gepflückt. Wir verzweifelten schon, da wir nunmehr gar keinen Ausweg mehr kannten, als eine Schar von Suk-Nomaden zu uns stieß, die sich anbot, uns zu ihren Kralen zu führen und uns Vieh zu verkaufen. Man wird sich die Freude vorstellen können, mit der wir sie empfiengen; dass wir sie mit Geschenken überschütteten und ihnen alles versprachen, was sie nur wollten, war natürlich. Wir machten uns auf und gelangten nach zwei Märschen in die Nähe der Krale; unsere Führer ließen uns noch den Kerio-Fluss überschreiten und an dessen jenseitigem Ufer lagern.

Digitized by Google

Wir hielten uns für gerettet. Da traten schwere Regengüsse ein, die das Flussbett mit tobenden und schäumenden Fluten erfüllten, so dass es nun für uns eine unüberschreitbare Schranke war. Unsere vermeintlichen Retter hatten inzwischen näheren Einblick in unsere verzweifelte Lage gethan, sie hatten uns aus Angst, dass wir in unserer Noth ihr Vieh rauben könnten, auf die andere Flussseite geschickt und ließen sich nicht wieder blicken. Wir hungerten nun schon seit dreiunddreißig Tagen, ohne eine Änderung der Verhältnisse absehen zu können. Unsere Leute waren bereits auf das äußerste herabgekommen, und es wäre nach ein paar Tagen zweifellos eine Auflösung unserer Karawane zu plündernden Scharen erfolgt. Nun gab es nur ein Mittel mehr. Wir erkundeten einen anderen Viehkral, und als man uns auch da nichts verkaufen wollte oder konnte, bemächtigten wir uns, dem Zwange der Nothwendigkeit weichend, einer genügend großen Viehherde. So ist das Leben in Afrika. Nur einen Versuch machten die Eingeborenen, uns den Raub wieder abzujagen, doch wir schlugen sie zurück und erreichten weiterhin unbelästigt unseren Ausgangspunkt, den Baringo-See, wieder. Unser Zug zum Seengebiet hatte 166 Tage gedauert, und wir hatten als Resultat die Erforschung eines 3000 geographische Quadratmeilen großen Wüstengebietes zu verzeichnen.

Nach einigen wohlverdienten Rasttagen bei vollen Fleischtöpfen, die wir uns und unserer hart mitgenom-

Digitized by Google

menen Mannschaft nun gönnen durften, kehrten wir heim.

Von unserer weiteren Reise ist wenig mehr zu erzählen, denn sie führte durch bereits theilweise bekannte Gebiete am Naiwascha-See vorbei und durch Ukambani wieder nach Taveta. Hier erhielten wir Nachrichten von dem an der Küste lodernden Aufstand, die es uns rathsam erscheinen ließen, nach Sansibar zurückzukehren, so lange der Weg zur Küste noch offen war. Am 25. October 1888, nach 22monatlicher Wanderung, gelangten wir bei Mombas an den indischen Ocean, doch sahen wir erst im Mai des folgenden Jahres, nach fast dreijähriger Abwesenheit, unsere Heimat wieder.

Digitized by Google

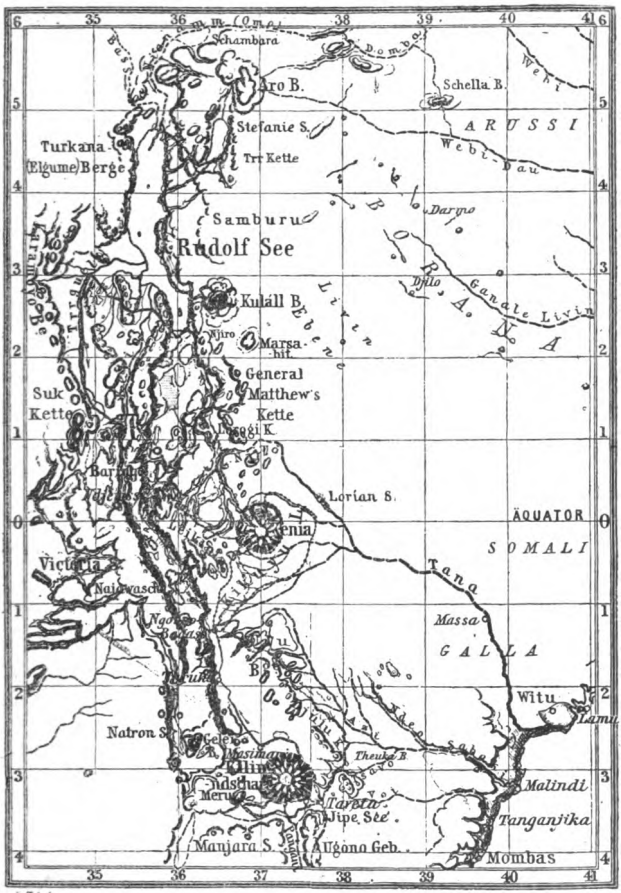


Fig. 13.

Digitized by Google

Digitized by Google

Über

Wachsthumsstörungen

des menschlichen Organismus.

I. Der Muskulatur.

Von

Dr. Hanns Kundrat,

k. k. o. ö. Professor der pathologischen Anatomie in Wien.

Vortrag, gehalten den 30. Jänner 1890.

Digitized by Google

Digitized by Google

Verehrte Versammlung!

Störungen im Wachsthum des menschlichen Organismus können zu jeder Zeit, von der ersten Anlage bis zur Geburt und von da ab bis zum völligen Abschluss der Entwicklung eingreifen, und werden mehr oder weniger die volle Ausbildung einfach hemmen oder die Entwicklung in abnorme Richtungen leiten.

Äußere Bedingungen: die der Lebensverhältnisse und der Ernährung, erworbene und ererbte Krankheiten und anderweitige schon mit dem Keim ererbte Anlagen und Einflüsse bedingen sie.

Sie können den gesammten Organismus betreffen oder einzelne Körpertheile, aber auch nur — wenigstens zunächst — auf Systeme, wie das Knochen- oder Muskelsystem, ja auf ein Organ, z. B. das Herz, beschränkt sein.

Sie gestalten sich so außerordentlich mannigfaltig nach Form und Ausbreitung, zumal die ursprünglich bedingten wieder andere Störungen nach sich ziehen.

Es ist daher wohl selbstverständlich, dass die Besprechung der Wachsthumsstörungen im allgemeinen zum mindesten eine so vorgeschrittene anatomische Erkenntnis fordert, dass sie hier nicht durchzuführen ist.

Digitized by Google

Ich will mich deshalb beschränken auf die Wachsthumsstörungen eines Systems, nämlich des Muskelsystems.

Warum ich gerade dieses auswähle, werden Sie wohl zum Schlusse selbst ersehen; außerdem hat mich aber die Erwägung noch bestimmt, dass zur Erläuterung dieser Störungen ich keiner Präparate bedarf, da wohl jedermann in der Lage ist, durch eigene Beobachtung sich von den Thatsachen zu überzeugen. Denn die Muskeln sind ja Organe, die an der Oberfläche des Körpers hervortreten, indem sie nur von Haut und unter normalen Verhältnissen von einer mäßigen Fettschichte bedeckt sind, namentlich wenn sie bei Bewegungen sich zusammenziehen und dabei kürzer und dicker werden, treten sie deutlicher hervor. Sie sind ja das Fleisch des Körpers und geben demselben seine Masse und durch ihre Anordnung auf dem Knochensystem als der Grundlage der Körperform die äußeren Umrisse derselben, indem sie ja fast allenthalben die Knochen, an welchen sie ihren Ursprung und ihr Ende finden, umhüllen.

Sie sind die activen Bewegungsorgane, welche durch ihre Zusammenziehung die einzelnen Knochen in durch ihren Verlauf und nach Art der zwischen diesen Knochen vorhandenen Gelenksverbindungen bestimmten Richtung und damit die Körpertheile, eventuell den ganzen Körper in Bewegung setzen.

Den Anstoß dazu erhalten sie auf dem Wege der Nervenbahn. Sie sind mit eigenen Nerven, den moto-

Digitized by Google

rischen oder Bewegungsnerven ausgestattet, welche größtentheils vom Rückenmark, zum Theil auch vom Hirn ihren Ursprung nehmen, so dass von der Hirnrinde, in welcher sich die Bewusstseinsvorgänge abspielen, Impulse durch das Hirn oder mittelbar durch das Rückenmark auf sie übertragen werden und unser Wille sie in Bewegung setzen kann, weshalb diese Skeletmuskel auch als willkürliche Muskel bezeichnet werden.

Diese Muskeln sind zur Zeit der Geburt vollständig angelegt. Sie müssen daher weiterhin nur die entsprechende Größe erreichen, wachsen — um ihre vollständige Entwicklung zu erlangen.

Das Maß dieser Entwicklung ist ihnen zunächst nur, wie allen Organen und Geweben und damit dem gesammten Körper, durch eine innenwohnende Anlage gegeben, die unmittelbar von den Eltern, in weiterer Richtung von den Vorfahren vererbt ist, die also individuell nach Stämmen und Racen sehr verschieden geartet ist.

Es hat also nicht jedes neugeborne Individuum die Fähigkeit, den höchsten Grad der Muskelentwicklung zu erreichen, welcher dem Menschengeschlecht zukommt, sondern nur soweit ihm das seine Abstammung gestattet, wenn auch gerade in Bezug auf die Muskulatur weitere Grenzen gezogen sind, eine größere Unabhängigkeit von der immanenten Anlage zu bestehen scheint, durch zweckmäßige Einflüsse die Entwicklung gesteigert werden kann.

Digitized by Google

Diese Einflüsse sind: in erster Richtung die Ernährung des Gesammtorganismus und damit natürlich auch der Muskeln, und ist es wohl zweifellos, dass wenigstens für unser Klima — und noch mehr für das nordische — eine eiweißreiche Kost, besonders Fleisch, der Entwicklung der Muskulatur am dienlichsten ist.

Doch genügt es keineswegs, dass dem Körper reichliche Nahrung zugeführt wird. Die Muskeln werden sich dadurch nur bis zu einem Maße entwickeln, das weit hinter jenem der vollen Ausbildung zurückbleibt. Denn eine reichlichere Ernährung des Körpers steigert nicht die der Muskulatur, wenn nicht gleichzeitig die Muskeln in Thätigkeit gesetzt werden. Denn nur während dieser erhalten sie mehr und rascher frisches Blut zugeführt, indem während ihrer Action ihre blutzuführenden Gefäße sich erweitern, die Strömung des Blutes unter der gleichzeitig rascheren und stärkeren Zusammenziehung des Herzens eine lebhaftere wird.

Es ist also die Thätigkeit der Muskeln zu ihrer vollen Ausbildung unbedingt nöthig, weil nur dadurch ihre Ernährung in dem Maße gesteigert wird, als sie zum vollen Ausbau nöthig ist.

Deshalb sehen wir die Muskeln schwächlich, wo sie nicht bewegt werden, d. h. sich nicht zusammenziehen können, z. B. wenn die Knochen, zu deren Bewegung sie dienen, im Gelenk starr verwachsen sind oder wenn die Nervenbahnen, auf welchen die Bewegungsimpulse übertragen werden, irgendwo in ihrem

Digitized by Google

Verlaufe, im Hirn, Rückenmark oder in den eigentlichen Nerven unterbrochen sind. Insbesondere ist dieser Zusammenhang der Muskeln mit den motorischen Nerven und deren Centren (Endpunkten) im Hirn und Rückenmark von besonderer Wichtigkeit. Es beeinflussen diese nicht nur indirect durch die Übertragung der Impulse und die dadurch ausgelösten Bewegungen die Ernährung der Muskeln und damit ihr Wachsthum, sondern auch direct. Dies geht daraus hervor, dass, wenn durch gewisse Krankheiten die motorischen Centren im Rückenmark zerstört werden, die Muskeln viel mehr in ihrer Ausbildung zurückbleiben, als wenn sie durch mechanische Momente, wie etwa Verwachsung der Gelenke, in Unthätigkeit gehalten sind.

Traurige Beispiele für solche Wachsthumsstörungen sehen.Sie ja häufig genug an Kindern und erwachsenen Personen, welche im frühen Kindesalter plötzlich infolge einer eigenen Rückenmarkserkrankung gelähmt wurden und dann zeitlebens sich mühsam auf Krücken herumschleppen. Selbst bei solchen Erwachsenen hat die untere Körperhälfte oder gelähmte Gliedmasse nur die kindliche Entwicklungsstufe erreicht. Denn auch die Knochen bleiben in der Entwicklung zurück, diese Glieder erscheinen trotz guter Ernährung auffallend schmächtig, zart, da sich die Muskulatur derselben nicht nur nicht weiter entwickelt, sondern die schon gebildete auch noch geschwunden ist.

Abgesehen also von aller krankhaften Störung,

Digitized by Google

die vor oder nach der Geburt auf einen Organismus einwirken, ist das Wachsthum der Muskeln abhängig: von ihrer immanenten Anlage, der Ernährung, ihrer Festigkeit und dem Einfluss der trophischen Nervencentren im Gehirn oder Rückenmark.

Das Wachsthum schreitet zwar stetig, aber nicht gleichmäßig fort. Wie das Wachsthum des Gesammtorganismus individuell und nach der Race ein sehr ungleiches ist, bald langsam, aber langdauernd fortschreitet, bald rasch und frühzeitig seinen Abschluss findet, so auch die Entwicklung der Muskeln. Bei den meisten groß- und kräftigkörperigen Individuen und Racen gibt es eine Zeit des raschen Wachsthums, die in der zweiten Dentitionsperiode so um das zwölfte bis dreizehnte Jahr fällt und wohl mit der Geschlechtsentwicklung im Zusammenhang steht, zunächst durch ein rascheres Längswachsthum, weiterhin durch eine stärkere Massenausbildung an Knochen, dann an den Muskeln sich kundgibt.

Damit geht der kindliche Habitus verloren, die kleinen, zarten, weichen Formen des kindlichen Körpers verschwinden, der Körper wird lang, meist hager, eckig, indem oft besonders die Gliedmassen rasch wachsen und die Knochen in der Länge der Massenentwicklung der Muskulatur vorauseilen; dies ist freilich besonders auffallend bei Individuen mit schlecht veranlagter oder schlecht ernährter Muskulatur und tritt bei anderen nur in einer gewissen jugendlichen Schlankheit hervor, die dann mit der Massenzunahme der Muskulatur dem

Digitized by Google

männlichen Habitus weicht. Beim weiblichen Geschlecht bleibt im Verhältnis die Muskulatur schwächer, sie tritt daher schon an und für sich nicht so scharf an der Körperoberfläche hervor und wird noch mehr durch eine im Verhältnis stärkere Fettschichte, die sich beim Abschluss der Entwicklung bildet, verdeckt, so dass im ganzen und abgesehen von allen übrigen Differenzen die äußeren Umrisse zarter und weichere werden.

Die Ausbildung der Muskulatur beeinflusst aber auch jene der Knochen, denn wenn auch die Knochen zunächst wie alle Organe in Bezug auf ihre Entwicklung abhängig sind von ihrer immanenten Anlage und von der Ernährung, so erreichen sie doch nur den ihnen zustehenden höchsten Grad der Ausbildung durch den Gebrauch, respective dass sie von den Muskeln in Action gesetzt werden.

Weniger wird das Längswachsthum als das Dicken- und Dichtenwachsthum leiden, wenn die Knochen wenig gebraucht werden.

An den Gliedmaßen, die ja nie so unthätig sind, tritt diese Störung noch weniger hervor als am Rumpf und besonders an der Brust. Nur bei einem tüchtigen Gebrauch der Arme wird sich der Brustkorb voll entwickeln, namentlich seine volle Breite und Wölbung erreichen.

Aber die Muskeln beeinflussen nicht nur die Ernährung und Entwicklung der Knochen, sondern auch den ganzen übrigen Organismus, indem durch ihre Thätigkeit die Blutcirculation und damit nur der Stoff-

Digitized by Google

wechsel gesteigert wird, das Herz und alle Organe, die der Ernährung und Blutbereitung dienen, zu größeren Leistungen und damit auch während ihrer Wachsthumsperiode zu einer gesteigerten Entwicklung angeregt werden.

Daraus ist es wohl klar, dass Störungen in der Entwicklung der Muskulatur nicht nur an und für sich von großer Bedeutung sind, sondern noch mehr in ihrer Rückwirkung für den gesammten Organismus.

Sie sind außerordentlich häufig, denn abgesehen von jenen durch Krankheit und Vererbung erzeugten, werden sie so häufig veranlasst durch Außerachtlassen der Wachsthumsbedingung, die um so schwerer ins Gewicht fallen, je früher sie eingreifen.

Vor allem wird aber eine Störung, meist bestehend in einer Hintanhaltung der Entwicklung durch mangelhaften Gebrauch zur Zeit des rascheren Wachsthums, während der Pubertätsperiode von Ausschlag sein, und leider nur zu häufig ist es gerade diese Zeit, wo am wenigsten für die Muskelthätigkeit gesorgt wird. Denn in der ersten Jugend ist ja nur selten das Kind in seiner Muskelthätigkeit beschränkt, bedarf zur selben auch weniger Raum und keine besondere äußere Anregung, indem die gewöhnlichen Körperbewegungen beim Gehen, Laufen, Spielen den geringen Kräften schon angemessene und ausreichende Bethätigungen sind, und das Kind, wenn auch in so beschränktem Maße den ganzen Tag und wo ihm kein Zwang aufgelegt wird, so wechselnd thätig ist, dass

Digitized by Google

alle seine Muskeln, auch die des Rumpfes ausreichend in Action gesetzt werden.

Zur Zeit der Pubertät aber und schon früher, wo gerade eine Steigerung der Thätigkeit nöthig wäre, tritt die Beschränkung durch die Schule ein und werden viele Kinder auf das minimalste Maß in der Bewegung beschränkt, namentlich im Gebrauch der Muskulatur des Rumpfes (soweit sie nicht bei der aufrechten Körperhaltung betheiligt ist) und der oberen Extremitäten.

Wohl wäre es in diesem Alter nicht mehr nöthig, dass das Kind den ganzen Tag in Thätigkeit ist, da es anstrengender Muskelarbeit gewachsen ist, die daher weniger Zeit in Anspruch nimmt, aber selbst die Zeit ist ihm nicht gegönnt und fehlt es namentlich in den großen Städten an Raum und Gelegenheit für die Jugend, ihre Kräfte zu üben. Am Lande und in kleineren Städten ist bessere Gelegenheit gegeben und wird auch von der Jugend, die ihrem erwachenden Bewegungsdrang Folge leisten kann, meist benützt. Deshalb schon ist die unter solchen günstigeren Verhältnissen aufwachsende Jugend kräftiger und körperlich zum mindesten, oft auch geistig tüchtiger. Der armen Stadtjugend ist nur ein im Verhältnis trauriges Surrogat geboten, die Turnschulen — ein Surrogat insoferne, als sie ja nothwendig mit einer Beschränkung im Raum und vor allem mit dem Mangel frischer reiner Luft verbunden ist. Immerhin sollten auch die jüngeren Knaben in die Turnschule geschickt werden, solange

Digitized by Google

nicht bessere Anstalten, etwa in Form der griechischen Gymnasien, die natürlich unseren klimatischen und civilisatorischen Verhältnissen angepasst sein müssen, geschaffen werden. Ältere Knaben, welche schon in der Pubertätszeit stehen, werden, wenn sie nicht schon vorher durch die schwächenden Einflüsse der mangelhaften Körpererziehung verdorben sind, ohnehin meist dazu getrieben, sich dem Turnen, Schlittschuhlaufen, Fechten und weiterhin irgend einem Sport zuzuwenden, was wohl manchmal noch vollkommen das früher Versäumte (bei guter Anlage und Ernährung) ausgleicht, aber immerhin auch — wie wir später sehen werden — Gefahren bringt und immer als eine mehr oder minder einseitige Bethätigung nicht zu vergleichen ist mit jener körperlichen Ausbildung, die den Jünglingen in den griechischen Gymnasien zutheil wurde. Damit im Zusammenhang steht, dass die Vollendung der Körperform, welche uns die antiken Statuen zeigen, doch selten von einem Manne der Jetztzeit erreicht wird, und zwar ist es namentlich die Entwicklung der Rumpfmuskulatur, die der gleichmäßigen und vollen Entwicklung entbehrt. Die Ringkämpfe und das Diskuswerfen könnten wohl die Ursache sein, dass sich bei den Körperübungen der Griechen diese besser entwickelt als bei dem Barren-, Reck- und Hantelübungen der Jetztzeit. Freilich kommt dabei noch sehr in Betracht die durch viele Geschlechter fortgesetzte körperliche Ausbildung, die zu einer Steigerung und Verfeinerung der Entwicklung

Digitized by Google

geführt hat, die wir heute freilich nur an wenigen Abkömmlingen glücklicher Geschlechter bewundern können, welchen die Gunst der äußeren Lebensverhältnisse eine solche durch Generationen gepflegte körperliche Ausbildung ermöglichte.

Noch schlechter aber ist es bestellt mit der körperlichen Ausbildung der weiblichen Individuen und deshalb sind die Wachsthumsstörungen noch häufigere und schwerere und von noch größerer Bedeutung, weil sie noch mehr geeignet sind, nicht nur das Individuum, sondern auch ein ganzes Geschlecht zu schädigen.

Vor allem sind davon betroffen die Mädchen der besseren Stände, aber auch der unteren, von denen viele früh zu Fabriks- und Handarbeit angehalten werden, und um sich dem Lehrberufe zuzuwenden, lange in den Schulbänken sitzen und so der einzigen Körperübung entzogen werden, die früher die Mädchen kräftigte, der gewöhnlichen Hausarbeit, einer Arbeit, welche gerade in ihrer Vielseitigkeit, dem Wechsel bei doch meist nicht zu großer Kraftanstrengung das richtige Mittel für den schwächeren weiblichen Körper war, ihn auszubilden. Für diesen Ausfall ist kein Ersatz geschaffen, besonders bei uns in Europa, und die Folgen treten auch erschrecklich auf, an ihnen selbst und späterhin an den Kindern. Denn während dem Mädchen in seinen ersten Kinderjahren auch noch ziemliche Bewegungsfreiheit gestattet wird — obschon auch selbst in diesem Alter mancher Etiquettenzwang angewendet wird — geschieht späterhin schon vom

Digitized by Google

sechsten und siebenten Jahre an absolut nichts für eine körperliche Ausbildung, im Gegentheil, es wird womöglich das arme Kind so frühzeitig, als es die Geldmittel erlauben, in ein Corsett gepresst, um ja noch den letzten Wachsthumstrieb zu ersticken, die ungesündesten und ungünstigsten Bedingungen für eine Körperentwicklung zu schaffen. So gehen die Armen in die Zeit ein, wo das raschere Wachsthum sich entwickelt, und gerade bei Mädchen ist ja oft die Entwicklungsperiode eine viel raschere und stürmisch verlaufende! Gerade sie sollten in dieser Zeit viel und frei sich bewegen können, ihr Körper von allem Druck und Zwang befreit sein.

Wohl geschieht es in der besten Absicht, dass die Mütter frühzeitig ihre Mädchen in ein Mieder stecken, nämlich der: ihnen eine schöne Körperform zu schaffen, doch erreichen sie dadurch nur das Gegentheil oder es wird, was sie anstreben, trotz diesem unpassenden Mittel erreicht, weil der Wachsthumstrieb bei guter Anlage und in anderer Richtung günstigen Verhältnissen sich nicht leicht eindämmen lässt. Das gilt aber nur für die körperlich Begnadigten und durchaus nicht im allgemeinen; denn ein Corsett schränkt die Bewegungen des Rumpfes ein, entlastet zum Theil die Bauch- und Rückenmuskulatur, infolge dessen bleibt diese schwächer und der Thorax in der Entwicklung zurück. Damit ist die feine Modellierung des weiblichen Rumpfes gehemmt, und um diese vorzutäuschen, wird eine Taille angeschnürt, der Leib ober den

Digitized by Google

Hüften eingeschnürt und der untere Theil des Brustkorbes zusammengepresst, und das geschieht nicht bloß an den entwickelten Mädchen, auch an den unentwickelten, die ja Kinder sind und als solche ja überhaupt noch nicht die weibliche Form des Rumpfes haben können, da ja die Entwicklung des Thorax und namentlich des Beckens, auf welcher die Breite der Hüften beruht, aussteht. Der Effect ist allerdings ein sicherer und um so größer, in je früherer Jugend bei zarterem und schwächerem Körper mit dem Schnüren begonnen wird, aber nie der eigentlich erstrebte, die Schönheit, sondern eine Verunstaltung an und für sich so hässlich wie der chinesische Fuß oder die künstlichen Kopfverbildungen einzelner wilder Stämme. Es hätte nichts auf sich, dieser Mode zu folgen, wo es doch schon soweit in der Verirrung gekommen ist, dass selbst Künstler, große Künstler, ihren weiblichen Figuren, die doch die Schönheit repräsentieren sollen, diese Missgestalt geben, wenn die Folgen dieser Unsitte nicht so schwere wären. Eine förmliche innere Verkrüpplung wird dadurch erzeugt, krankhafte Zustände, ja schwere Leiden können dadurch hervorgerufen werden, unter denen nicht nur die Individuen, auch ihre Nachkommen zu leiden haben.

Doch ist hier nicht Gelegenheit, darauf einzugehen, es würde zu weit von unserem Thema ablenken. Diese Andeutungen mögen genügen, dass dadurch nicht nur eine Formveränderung des Rumpfes, auch eine Entwicklungshemmung desselben gegeben ist, welche

Digitized by Google

weiterhin auf den ganzen Organismus und damit auch auf die übrige Muskulatur störend einwirkt.

So ist es nicht Wunder zu nehmen, dass beim weiblichen Geschlecht noch häufiger und in beträchtlicher Weise die Ausbildung der gesammten Muskulatur, auch jene der Gliedmaßen, insbesondere der oberen, zurückbleibt. Mit welchen Folgen für die körperliche Tüchtigkeit dies verbunden ist, versteht sich von selbst, wenn es sich auch häufig nicht so sehr zur äußeren Geltung bringt, wo bei den äußeren Lebensverhältnissen doch die meisten weiblichen Individuen in civilisierten Ländern schwerer Arbeit überhoben sind. Aber auch bezüglich der körperlichen Schönheit ist die Ausbildung der Muskulatur für den weiblichen Körper so unbedingt nothwendig, dass ihrer auch die nicht entrathen können, die sonst Muskelkraft nicht nöthig haben. Denn, wie schon früher erwähnt, liegt die Schönheit des weiblichen Körpers in den zarteren, weicheren, runderen Formen, diese sind natürlicherweise durch den zarteren Bau der Knochen, die schwächeren Muskeln und eine größere Fettschichte im allgemeinen an einzelnen Regionen insbesondere bedingt. Nun aber entsprechen diese Stellen größerer Fettanhäufung nicht den Stellen, wo größere äußere Muskelmassen lagern, und ist die Dicke der letzteren überhaupt eine mächtigere als jene der Fettschichten, so dass niemals die geringere Masse der Muskeln durch eine reichere Fettentwicklung ausgeglichen werden kann, weil das Fett nicht an den Stellen abgelagert

Digitized by Google

wird, wo die Muskeln schwächer sind, sondern nur um so mehr an den Orten angehäuft wird, die schon unter normalen Verhältnissen größere Fettpolster besitzen. Es kann daher durch stärkere Fettbildung nur das fehlende Volum des Körpers und nicht der einzelnen Muskeln ersetzt, deshalb nie die schönere Form erworben werden.

Diese Vernachlässigung der Ausbildung der Muskulatur bei weiblichen Individuen ist auch der Grund, warum wirkliche Schönheit des weiblichen Körpers noch seltener ist als des männlichen und fast am wenigsten dort gefunden wird, wo sie am meisten erstrebt wird.

Es ist dies aber auch der Grund, warum sie noch hinfälliger als selten ist, denn die Dauerhaftigkeit der körperlichen Schönheit liegt in jener des Knochen- und Muskelsystems, die, einmal erworben, nur durch Krankheit vernichtet wird, da das Skelet erst im hohen Alter verändert wird und eine tüchtige Muskulatur mit geringer Übung unter gleichen Umständen lange erhalten bleibt; das Fettgewebe hingegen, nur im Jugendalter weich und elastisch, ändert sich früh, oft schon, wenn der Körper seine volle Reife erreicht, dem Ende der Zwanziger- und Anfang der Dreißigerjahre, indem es entweder abmagert und schlaff wird oder bei guter Ernährung und einer gewissen Anlage übermäßig sich ausbildet.

Aber die Ausbildung der Muskulatur ist nicht bloß in Bezug auf die körperliche Kraft und Schönheit

Digitized by Google

von Wichtigkeit, sondern auch für die Gesundheit und der in dieser beruhenden Leistungsfähigkeit. Denn, wie wir schon früher besprochen haben, wird durch den Gebrauch der Muskeln die Herzthätigkeit erhöht, der Stoffwechsel angeregt, die blutbereitenden Organe und die der Ernährung dienenden zu größerer Thätigkeit und damit, wenn diese in ihre Wachsthumsperiode fällt, zu höherer Ausbildung befähigt.

Es ist eine von anderen Anatomen, den Ärzten, nicht genug gewürdigte Beziehung, in der die Entwicklung der Körpermuskulatur zur Ausbildung des Herzens und der Gefäße steht.

Wohl sind Fälle genug bekannt, dass das Herz abnorm klein, die Gefäße sehr enge gefunden werden, häufiger bei weiblichen Individuen. Man hat dies aber, Virchow folgend, mit einer mangelhaften Entwicklung der Genitalorgane in Verbindung gebracht, die sich öfter daneben findet. Aber wohl mit Unrecht in der Weise gedeutet, dass letztere die Ursache sei, denn beide abnorme Zustände finden sich auch unabhängig von einander. Die höchsten Grade der mangelhaften Entwicklung kommen allerdings zusammen vor, aber nur gleichzeitig mit einer ebenso mangelhaften, auf kindlicher Stufe stehenden Entwicklung der Knochen und Muskeln.

Kleinheit des Herzens mit Enge der Gefäße findet sich auch allein, immer aber mit dem Zeichen einer wenn auch nur vorübergehenden Wachsthumsstörung in der Muskulatur und den Knochen, und deshalb halte

Digitized by Google

ich sie bedingt durch Wachsthumsstörungen während der Entwicklungsperiode, die wohl durch eine schwächere Anlage und geringere angeborne Wachsthumsenergie begünstigt sein mögen, unter ungünstigen Entwicklungsverhältnissen aber erst sich so schwer geltend machen.

Man findet sie bei weiblichen Individuen wohl häufiger und damit auch die Folgen der Herzschwäche, die sich bei körperlichen Anstrengungen, gemüthlichen Aufregungen und späterhin in verschiedensten nervösen Zuständen zeigt und bei zutretenden Erkrankungen oft von so schwerem Ausschlag ist. Ich führe aber auch viele der Störungen, die weiterhin damit verknüpft sind, Chlorose, Anämie und die daraus hervorgehenden krankhaften Zustände in gleicher Weise auf diese mangelhafte Entwicklung zurück. Denn, wie das Herz im Wachsthum zurückbleibt, weil ihm die Anregung zur größeren Thätigkeit durch die Muskelarbeit fehlt, so ist auch keine Anregung zu einer stärkeren Blutbildung gegeben und die blutbereitenden Organe: Milz, Knochenmark, Lymphdrüsen werden auch in ihrer Ausbildungs-Leistungsfähigkeit zurückbleiben.

Aus dieser mangelhaften Entwicklung des Herzens resultiert aber namentlich für männliche Individuen noch eine andere Gefahr. Hat das Herz sich nicht zur normalen Größe entwickelt, so ist es nicht nur im Verhältnis zum ganzen Körper zu klein und schwach, es wird vor allem nicht geeignet sein, die stärkerer Muskelanstrengung entsprechende Arbeit zu leisten, umsomehr

Digitized by Google

als ja auch in solchen Fällen meist die Gefäße enger sind. So sehen wir, dass Individuen, welche während ihrer Entwicklungsperiode nicht ihre Muskel geübt, wenn sie späterhin im Jünglings- oder Mannesalter sich größeren körperlichen Anstrengungen unterziehen müssen oder solche versuchen, wie bei Betreibung eines Sportes, sie eine Herzhypertrophie erwerben, die nicht so selten auch den plötzlichen Tod derselben veranlasst.

Aber auch damit ist noch nicht die Einwirkung der Wachsthumsstörung der Muskulatur erschöpft, zweifellos wirken sie nicht nur indirect durch die besprochenen Störungen der Herzthätigkeit und Blutcirculation auf das Centralnervensystem ein, auch direct dürften sie für die nervös-psychischen Functionen von Einfluss sein. Wenn wir auch anatomische Veränderungen im Hirn und Rückenmark nur dort finden, wo große Muskelmassen nicht zur Entwicklung gekommen sind, so ist es doch nicht ausgeschlossen, dass eine geringere Ausbildung und Leistungsfähigkeit der Muskulatur auch eine solche der nervösen Leitungsbahnen und Centren bedingt.

Wissen wir doch, welch großen Einfluss unser körperlicher Zustand, der ja nicht zum mindesten auch von unserem Muskelkraftgefühle abhängig ist auf den Ablauf unserer psychischen Functionen übt, wie leicht uns die geistige Arbeit wird nach angemessener körperlicher Bewegung, wie gekräftigt unser Selbstgefühl und unsere Arbeitslust bei normaler Spannkraft

Digitized by Google

der Muskeln, wie sie nach erquickendem Schlaf des Morgens am deutlichsten zum Bewusstsein kommt.

Und so ist es wohl selbstverständlich, dass die andauernde Rückwirkung einer wohlgebildeten und geschulten, kräftigen Muskulatur auf das Centralnervensystem jene Art des Selbstbewusstseins schafft, die den Menschen zu den höchsten charakteriellen Leistungen befähigt, jenen Leistungen, welche die Alten als Virtutes bezeichneten: Muth, Tapferkeit, Ausdauer, Standhaftigkeit, — dass eine wohlgebildete Muskulatur nicht nur ein unumgängliches Postulat der körperlichen Schönheit, sondern der gesammten harmonischen Entwicklung des Menschen ist.

Digitized by Google

Digitized by Google

Die

wichtigsten pflanzlichen Feinde

unserer Forste.

Von

Dr. Rich. Ritter v. Wettstein,
Docent und Adjunct an der Wiener Universität.

Vortrag, gehalten den 5. Februar 1890.

Mit 8 Abbildungen im Texte.

Digitized by Google

Digitized by Google

In der Mitte der Stadt Wien, an einer Stelle, an der gegenwärtig der Verkehr einer Weltstadt vorbeirauscht, steht ein allbekanntes Wahrzeichen unserer Residenz, der „Stock im Eisen". Mannigfach sind die Erzählungen, die sich an die Entstehung dieses sonderbaren Monumentes knüpfen,[1]) doch ist bei dem Mangel jeder directen Überlieferung der Grund heute noch nicht bekannt, der die eigenthümliche Umhüllung dieses Baumstückes bewirkte. Darin stimmen jedoch alle diese Erzählungen überein, dass der „Stock" seine Benagelung an jenem Orte fand, an dem er wuchs, dass er also nicht bloß als ein Monument anzusehen ist für den Zustand, in dem sich unsere Stadt vor Jahrhunderten befand, sondern auch als ein Wahrzeichen der Pflanzenwelt, die vor dieser Zeit den Boden Wiens bedeckte. Man war lange überzeugt davon, dass der „Stock im Eisen" von dem Stamme einer Eiche oder wenigstens von einem jener Bäume herrühre, welche noch heute an der Zusammensetzung der Donauauen

[1]) Vergl. Hormayr, Wien, seine Geschichte und seine Denkwürdigkeiten, Jahrg. II, Bd. III, S. 82.

Digitized by Google

theilnehmen, bis Unger im Jahre 1857 nachwies, dass der „Stock im Eisen“ keinem dieser Bäume, sondern einer Lärche angehöre und dass er die Wurzel einer solchen darstelle.[1])

Es berührt eigenthümlich, wenn man sich vorstellen soll, dass die Lärche, ein Charakterbaum unserer Alpen, in der Gegend des heutigen „Stock-im-Eisen-Platzes“ gewachsen sein soll, und doch spricht eine ganze Reihe von Thatsachen dafür, dass nicht nur dort, sondern überhaupt auf einem großen Theile des Bodens von Wien vor mehreren Jahrhunderten ausgedehnte Wälder sich befanden, die sich seither weit zurückgezogen haben.

Die ältesten Nachrichten über den „Stock im Eisen“ stammen aus dem XVI. Jahrhunderte. Im Jahre 1547 bestand das Denkmal bereits so, wie es heute aussieht, und war der Platz, auf dem es steht, der damalige „Rossmarkt“, schon von niederen Häusern umsäumt. Einem noch älteren, aus der Zeit zwischen 1043 und 1147 stammenden Plane[2]) ist aber zu entnehmen, dass dazumal an Stelle der heutigen Stephanskirche eine Kapelle stand, an die sich dort, wo jetzt die Singerstraße verläuft, eine Reihe von

---

[1]) Unger in den Sitzungsber. der philos.-histor. Classe der kaiserl. Akademie der Wissensch. in Wien, XXIII. Bd., S. 218.

[2]) Zappert in den Sitzungsber. der philos.-histor. Classe der kaiserl. Akademie der Wissensch. in Wien, XXI. Bd., S. 399.

Digitized by Google

Häusern anschloss, die „Heidenhainstraße“; bis an diese aber reichten Waldungen heran, deren Ende der Heidenhain war. In demselben ist wahrscheinlich die fragliche Lärche erwachsen, deren Benagelung vielleicht in die angeführte Zeit zurückzudatieren ist.

Der Heidenhain musste bald der heranblühenden Stadt weichen und immer mehr wurden die Wälder von den sich niederlassenden Menschen verdrängt. Noch in der Mitte des XVI. Jahrhunderts reichten Lärchen und Fichten bis an die Mauern Wiens, und der hervorragendste Botaniker der damaligen Zeit, Ch. de l'Ecluse (Clusius genannt) berichtet,[1]) dass in und um Wien Weinstützen, Pfähle und Dachrinnen aus dem Holze dieser Bäume, die sehr häufig waren, verfertigt wurden.

In den seither verflossenen drei Jahrhunderten hat sich viel verändert, aus den bescheidensten Anfängen hat sich eine der herrlichsten Städte entwickelt und Hand in Hand damit gieng naturgemäß eine Umgestaltung ihrer Umgebung; in südlicher und südwestlicher Richtung sind die früheren Wälder verschwunden und Fichten und Lärchen, die hier standen, zeigen sich heute in zusammenhängenden Beständen erst auf den Bergen südlich von Baden und Wiener-Neustadt.

Viel haben zu dieser Ausrottung der Waldbäume die Menschen direct beigetragen, nicht gering war die

[1]) Clusius C., Rariorum aliquot stirpium per Pannoniam, Austriam et vicinas quasdam provincias observatorum historia, S. 24 (1583).

Digitized by Google

Bedeutung der durch fortschreitende Cultur geänderten klimatischen Verhältnisse; zweifellos hat aber auch bei der Reduction der Wälder ein Umstand mitgewirkt, dessen Einfluss sich noch in der Gegenwart beobachten lässt.

Wo immer nämlich Pflanzen unter ungünstigen Verhältnissen existieren, dort geben sie ein erwünschtes Angriffsobject für alle ihre Feinde aus dem Thier- und Pflanzenreiche ab. Es ist bekannt und begreiflich, dass gesunde Pflanzen weitaus leichter dem Angriffe der Parasiten und anderer Feinde widerstehen als kränkliche und geschwächte, und darum glaube ich auch behaupten zu können, dass das Zurückweichen der Waldbäume aus der Umgebung von Wien zum Theile durch Krankheiten beschleunigt wurde, welche in den schwieriger gewordenen Lebensverhältnissen eine wesentliche Förderung fanden.

Mit den angeführten, für den Baumwuchs ungünstigen Lebensbedingungen in einem Culturlande dürfte es überhaupt zusammenhängen, wenn gegenwärtig nicht nur hier bei uns, sondern fast allenthalben in Mitteleuropa Aufforstungen sich infolge zahlreicher Baumkrankheiten immer schwieriger gestalten, wenn Krankheiten jetzt nur zu oft verderblich auftreten, die früher bei geringerer Wirkung unbeachtet blieben.

Bei dem Interesse, das aus den angedeuteten Gründen diesen Krankheiten gebürt, sollen im Folgenden einige der schädlichsten, durch ihre parasitische Lebensweise unsere Waldbäume gefährdenden

Digitized by Google

pflanzlichen Krankheitserreger eine kurze Schilderung finden.[1]) Zuvor mögen noch einige Worte über die Frage nach dem Wesen des Parasitismus und seinen Folgen für die befallene Pflanze Platz finden.

Weitaus die Mehrzahl der Pflanzen unterscheidet sich dadurch ganz wesentlich vom Thiere, dass ihr die Fähigkeit zukommt, die anorganischen Verbindungen, welche durch die Wurzeln oder auf anderem Wege aufgenommen werden, in Bestandtheile des eigenen Leibes zu verwandeln, zu assimilieren. Einer relativ kleinen Zahl von Pflanzen geht diese Fähigkeit ab; dieselben vermögen nicht aus anorganischen Substanzen organische zu bilden und sind daher gezwungen, die letzteren dorther zu nehmen, wo sie sich finden, also aus abgestorbenen oder lebenden Pflanzen und Thieren oder Theilen solcher. Im ersteren Falle nennen wir solche Pflanzen Saprophyten, im letzteren Parasiten oder Schmarotzer.

Dadurch nun, dass sich eine parasitische Pflanze auf einer anderen ansiedelt und ihr die bereits assimilierte Nahrung entzieht, nimmt sie ihr dasjenige

[1]) Ausführliche Mittheilungen über die hier geschilderten und andere Baumkrankheiten finden sich insbesondere in folgenden Handbüchern: Willkomm M., Die mikroskopischen Feinde des Waldes. Dresden, 1866. — Frank B., Die Krankheiten der Pflanzen. Breslau, 1880. — Hartig R., Wichtige Krankheiten der Waldbäume. Berlin, 1874. — Hartig R., Lehrbuch der Baumkrankheiten, 2. Aufl. Berlin, 1889. — Sorauer P., Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Berlin, 1886.

Digitized by Google

weg, was jene selbst braucht, und schädigt sie auf diese Weise. Vermag die befallene Pflanze so viel Nahrung zu assimilieren, als für sie und den Parasiten genügt, dann wird der Schaden relativ gering sein; vermag sie dies aber nicht, und dies ist meistens der Fall, dann wird sie infolge von Nahrungsmangel kränkeln und schließlich zugrunde gehen.

Daraus folgt unmittelbar, dass eine kräftige Pflanze leichter einen Parasiten ertragen kann als eine schwächliche oder kranke, und damit dürfte auch die früher ausgesprochene Behauptung, dass die Wälder in Culturländern von Parasiten mehr zu leiden haben, ihre Rechtfertigung finden.

Die Unfähigkeit der Parasiten, anorganische Nahrung zu assimilieren, hängt mit einer Eigenthümlichkeit der meisten solchen Pflanzen zusammen, nämlich mit dem Mangel an Chlorophyll, dem so verbreiteten und charakteristischen grünen Farbstoffe der Pflanzen, denn bekanntlich ist an den Besitz dieses Farbstoffes die Möglichkeit der Assimilation gebunden.

Nur wenige Pflanzen machen eine Ausnahme, indem sie Chlorophyll besitzen und trotzdem als Schmarotzer leben, und eine solche Pflanze möchte ich zunächst besprechen. Diese Pflanze ist die bekannte Mistel oder Leimmistel *(Viscum album)*.

Im Winter, wenn unsere Laubbäume blattlos dastehen, sind die Büsche der Mistel eine auffallende Erscheinung. Mit ihren charakteristisch schraubig

Digitized by Google

gedrehten, gegenständigen, lederigen und immergrünen Blättern, ihren regelmäßig verzweigten Ästen und den glänzenden weißen Beeren bildet sie überhaupt eine merkwürdige Form unter den einheimischen Pflanzen,

Fig. 1. *Viscum album* auf Pappelästen.
(Nach Kerner von Marilaun, Pflanzenleben, I. S. 124.)

und es darf auch nicht Wunder nehmen, wenn man schon frühzeitig auf sie aufmerksam wurde.

Darum spielt auch die Mistel in den Religionsgebräuchen vieler Völker eine große Rolle. Sie bildete in den Mythen der Griechen den Zauberzweig der Persephone, dem sich die Pforten des Hades öffnen. Aus

Digitized by Google

diesem Grunde suchte auch Äneas, als er in die Unterwelt wollte, „hoch auf den Bäumen“ den Wunderzweig der Mistel. Eine noch größere Rolle spielte die Mistel in der nordischen Mythologie, sie galt als Symbol des Todes, der winterlichen Erstarrung, und deshalb war es auch ein Mistelzweig, mit dem der ahnungslose Hödur den Sommergott Baldr erschlug. Im Gegensatze dazu sahen die Kelten in der immergrünen Mistel ein Zeichen des Lebens, der Wiederkehr der Wärme, der Wiederbelebung der im Winter erloschenen Sonnenkraft. In beiden Fällen fanden die mit dem Mistelcultus verbundenen Feste in der Zeit der Wintersonnenwende statt, zu jener Zeit, in welcher wir uns jetzt an den grünen Ästen des Weihnachtsbaumes erfreuen, während anderwärts, zum Theile in Anlehnung an jene alten Sitten, die Mistel noch als Weihnachtspflanze verwendet wird. So gehört heute das Befestigen von Mistelbüschen an der Zimmerdecke zu den Weihnachtsgebräuchen Englands und mancher Gegenden Deutschlands und der Schweiz. In Frankreich ist es hie und da Sitte, dass Kinder mit Mistelbüschen am Neujahrsmorgen von Haus zu Haus ziehen und Glückwünsche überbringen.

So ließe sich noch manches über den Mistelcultus in alter und neuer Zeit sagen, da sich auch heute noch mancher Aberglaube an geheimnisvolle, insbesondere heilbringende Kräfte der Mistel knüpfen.

Sehen wir davon ab und wenden wir uns der Lebensweise der Mistel zu, so interessiert uns zunächst die Frage, wie die Mistel auf die Äste der Bäume

Digitized by Google

kommt und worin ihr schädlicher Einfluss auf dieselben besteht.

Die weißen oder gelblichen glatten Beeren der Mistel enthalten je einen eiförmigen Samen, der von einer zähschleimigen Hülle umgeben ist. Die Consistenz dieser Hülle hat deren Verwendung zur Bereitung des Vogelleimes bewirkt, weshalb auch die Mistel vom Volke geradezu Leimmistel genannt wird. Dieser Leim bewirkt aber, dass die Samen bei dem Auffallen der Früchte und dem Zerreißen der dieselben umgebenden Haut überall leicht kleben bleiben, mithin auch auf den Ästen der Bäume. Dadurch kann schon eine Verbreitung von einem Aste auf den andern herbeigeführt werden. Häufiger aber erfolgt diese Verbreitung, sowie die Übertragung von einem Baume auf den andern durch Vögel, welche die Beeren fressen, die Samen aber unverdaut wieder absetzen. Ein Vogel hat geradezu den Namen Misteldrossel erhalten, weil Mistelbeeren von ihm vorzugsweise gefressen werden und man früher glaubte, dass er allein die Verbreitung bewirke. Das ist allerdings nicht der Fall, da auch andere Vögel für dieselbe unbewusst thätig sind.

Ist ein Mistelsame auf einen Ast gelangt, so bleibt er zunächst längere Zeit liegen. Dann, und zwar gewöhnlich im Monate Mai, wächst aus dem Samen ein dunkelgrünes Stengelchen (seltener zwei bis drei), das dem Aste zuwächst und sich demselben mit verdicktem Ende anlegt. Aus seiner Mitte wächst erst die eigentliche Wurzel hervor, welche die Rinde des

Digitized by Google

Astes zu durchbohren versucht. Ist dieselbe nicht zu fest und zu dick, so gelingt ihr dies auch und die Existenz der jungen Mistelpflanze ist gesichert. Aber erst im folgenden Jahre wird der kleine Keimling ganz aus dem Samen gezogen und entfaltet die beiden ersten Blätter.

Einschaltungsweise sei bemerkt, dass die Leichtigkeit, mit welcher Mistelsamen auf verschiedenen

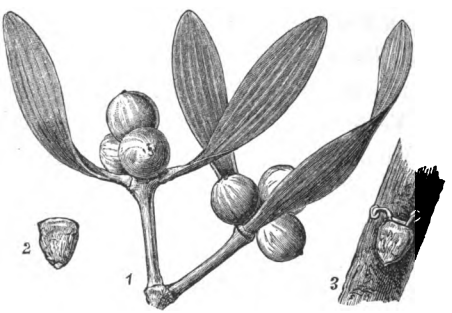


Fig. 2. *Viscum album.*

1 Zweigstück mit Früchten (nat. Gr.). — *2* Same (nat. Gr.). — *3* Same, auf dem Aste einer Pappel keimend (nat. Gr.). — *1* bis *3* nach der Natur.

Pflanzen keimen, praktische Verwertung in England gefunden hat, wo man für den Weihnachtsgebrauch Misteln auf kleinen Apfelbäumchen in Töpfen heranzieht.

Die junge Wurzel durchbricht die Rinde und wächst bis auf den Holzkörper des Astes, an der Grenzfläche zwischen Rinde und Holz verlauft sie

Digitized by Google

dann sich abplattend und verzweigend weiter und erreicht ziemlich ansehnliche Dimensionen. Die eigentliche Befestigung und Ernährung des Mistelbusches erfolgt aber durch keilförmige Organe, welche aus der Wurzel entspringen und in das Innere des Holzkörpers eindringen. Man nennt diese Organe Senker.. Dieses Eindringen ist allerdings zum Theile nur scheinbar, da das weiche Gewebe der Senker keineswegs das feste Holz der Nährpflanze zu durchbohren vermag, sondern eine Umhüllung des Senkers durch den an seiner Peripherie fortwachsenden Holzkörper erfolgt. Durch die Zahl der Jahresringe, durch welche ein Senker sich erstreckt, ist daher auch die Zeit zu bestimmen, welche seit dem Keimen des Schmarotzers verflossen ist.

Durch die Senker und die Wurzel wird der Mistelstamm fest mit dem Aste der Nährpflanze verbunden, durch sie entnimmt er ihm die nöthige Nahrung. Wenn der Mistelbusch eine gewisse Größe erreicht hat, pflegt sich die Folge dieser Nahrungsentnahme in dem Kränkeln des befallenen Astes zu äußern, das nach mehreren Jahren mit dem Tode desselben zu enden pflegt. Finden sich zahlreiche Büsche auf einem Baume, so kann auch eine vollständige Tödtung desselben erfolgen. In dieser Weise haben Misteln schon vielfach schädlich gewirkt, so insbesondere in Obstgärten, in den Tannenwäldern des Wienerwaldes, in den Pappelauen des Wiener Praters etc.

Digitized by Google

Eine Vermeidung solcher Schäden ist nur durch rechtzeitiges vollständiges Ausbrechen junger Mistelpflanzen und durch Absägen der ältere Mistelbüsche tragenden Äste möglich. Ein Abbrechen oder Abschneiden der Büsche allein nützt nichts, da aus der

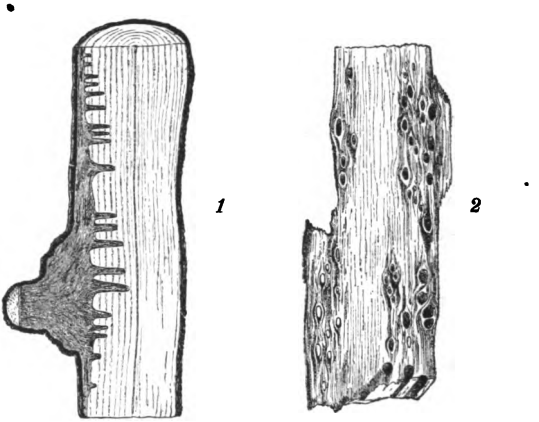


Fig. 3.

1 Längsschnitt durch einen Pappelast mit der Wurzel einer 7 Jahre alten Mistel. — 2 Holz eines durch die Mistel getödteten Astes. (Nach Kerner von Marilaun, Pflanzenleben, I., S. 193.)

im Aste verbleibenden Wurzel neue Sprosse entwickelt werden können; im Gegentheile wirkt diese Maßregel nur schädlich, da an Stelle eines Mistelbusches in kurzer Zeit dann mehrere aus dem Aste hervorwachsen.

Ein von der Mistel getödteter Ast ist an der Beschaffenheit seines Holzes leicht zu erkennen. Nach

Digitized by Google

dem Absterben desselben gehen nämlich auch die Mistelsenker bald zugrunde, sie fallen aus dem Holze heraus und hinterlassen in demselben radial verlaufende Löcher. Ein solches Holzstück ist in Fig. 2 auf S. 290 abgebildet.

Die Mistel ist in ihrem Vorkommen nicht auf einzelne Baumarten beschränkt. Es sind etwa fünfzig verschiedene heimische Bäume und Sträucher bekannt geworden, auf denen die Mistel vorkommen kann, doch pflegt sie in einer Gegend bestimmte Bäume zu bevorzugen; so wächst sie in der Rheinprovinz und im Tiroler Innthale besonders häufig auf Apfelbäumen, in Brandenburg auf der Kiefer, in Preußen auf Pappeln, bei uns weitaus am häufigsten auf Pappeln, ferner nicht selten auf Apfelbäumen, Tannen und Föhren, seltener siedelt sich die Mistel auf Eichen, Buchen, Birken, Fichten und der Haselnuss an. Besonders die auf der Haselnuss wachsende Mistel galt in alten Zeiten als geschätzte Rarität. Sie lieferte ursprünglich die Zauber- und Wünschelruthen, die man allerdings später auch dann von der Hasel abschnitt, wenn ein Ast derselben durch seine Verästelung nur einigermaßen an die Mistel erinnerte.

Der Mistel in mehreren Eigenthümlichkeiten ähnlich, in dieselbe Familie der Loranthaceen gehörig, ist die oft mit ihr verwechselte Riemenblume *(Loranthus Europaeus)*.

In ihrem Vorkommen ist diese auf die verschiedenen Arten der Eiche und auf die Kastanie beschränkt.

Digitized by Google

Eine Reihe von Unterschieden fällt bei einem Vergleiche mit der Mistel sofort auf. Die Riemenblume besitzt nicht lederige, immergrüne, sondern alljährlich abfallende Blätter, ihre Rinde ist dunkelbraun, die Beeren sind gelb und stehen in kleinen herabhängenden Trauben. Auch die Art der Einwurzelung ist eine vollkommen andere.

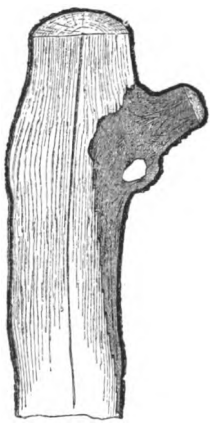


Fig. 4.

Langschnitt durch einen von *Loranthus* befallenen Eichenast.

Die Wurzel verläuft zwar ebenfalls unter der Rinde des befallenen Astes, treibt aber keine Senker in das Holz, sondern wächst selbst in die jüngste Holzschichte hinein, diese an der Weiterentwicklung hindernd. Wenn nun im nachfolgenden Jahre eine neue Lage von Holz gebildet wird, so treibt auch die Riemenblume eine neue Fortsetzung der Wurzel, die diese wieder zerstört. Auf diese Weise erscheint dann nach Ablauf mehrerer Jahre die *Loranthus*-Wurzel im Langschnitte, wie ein solcher in Fig. 4 dargestellt ist, abgestuft. Die Zahl der Stufen entspricht der Zahl der Jahresringe. Ältere *Loranthus*-Stämme werden an ihrem Grunde meistens vom Eichenaste überwallt, wodurch zuweilen über kopfgroße Knollen entstehen.

Digitized by Google

Die Schädigung der Nährpflanze erfolgt bei der Riemenblume in derselben Weise wie bei der Mistel und lassen sich auch gegen sie dieselben Mittel wie gegen diese in Anwendung bringen.

Bei dem Umstande, dass die Mistel auf der Eiche, wenigstens in Mitteleuropa, sehr selten ist, der *Loranthus* dagegen ausschließlich auf ihr lebt, ist es sehr wahrscheinlich, dass wenigstens zum Theile unter der „Eichenmistel" der Alten, die im Mythus eine besonders große Rolle spielte, *Loranthus Europaeus* gemeint war.

Nur nebenbei möchte ich erwähnen, dass die Familien der Loranthaceen, welche bei uns nur durch die Mistel und die Riemenblume vertreten ist, in den Tropen eine große Anzahl von Arten aufweist, von denen manche durch große, lebhaft gefärbte Blüten ausgezeichnet sind. Bemerkenswert ist, dass unter diesen Arten einige sind, welche auf anderen Loranthaceen schmarotzen, so die brasilianische *Dendrophthora Epiviscum* auf *D. buxifolia*, das indische *Viscum moniliforme* auf *V. orientale* u. s. w.

Übrigens ist auch bei uns das Schmarotzen von *Viscum* auf *Viscum* und von *Viscum* auf *Loranthus* beobachtet worden.

Wenn auch Mistel und Riemenblume durch ihre Größe und vor allem durch den Besitz grüner Blätter weitaus zu den auffallendsten Feinden unserer Waldbäume gehören, so ist doch der Schaden, den Angehörige jener relativ einfach organisierten Pflanzen-

Digitized by Google

gruppe, die wir Pilze nennen, anrichten, viel größer und bedenklicher.

Am bekanntesten sind jene Pilze, die durch ihre relativ großen, vielfach lebhaft gefärbten Fruchtkörper auffallen und die man gewöhnlich „Schwämme“ nennt. Auch unter diesen finden sich einige gefährliche Feinde unserer Forste.

Zunächst seien als Beispiele der Buchenschwamm *(Polyporus fomentarius)* und der Feuerschwamm *(Polyporus igniarius)* genannt. Wer diese bekannten Pilze auf den Stämmen üppig gedeihender Buchen und Eichen zum Vorschein kommen sieht, ahnt wohl nicht, dass der unscheinbare Pilz in wenigen Jahren dem mächtigen Baume ein frühes Ende bereiten kann. Und ebenso wie die genannten Pilze Buchen und Eichen bedrohen, befällt der Kiefernbaumschwamm *(Trametes Pini)* die Stämme der Föhren, der Wurzelschwamm *(Trametes radiciperda)* die Wurzeln der Kiefern und Buchen, der Lärchenschwamm *(Polyporus sulphureus)* Lärchen, Obstbäume u. s. w.

In ihrem Einflusse auf die befallenen Bäume stimmen alle diese Baumschwämme mehr oder minder überein.

Sie bestehen nämlich durchwegs aus zwei wohl zu unterscheidenden Theilen, demjenigen, den wir als „Schwamm“ bezeichnen und der die Aufgabe hat, zum Zwecke der Vermehrung und Verbreitung des Pilzes winzige Keime (Sporen) auszubilden, und einem zweiten Theile, der im Innern des Baumes lebt. Ersterer

Digitized by Google

heißt der Fruchtkörper, letzterer das Mycelium. Das Mycelium, gebildet am überaus zarten Faden, den Hyphen, durchzieht das Holz nach allen Richtungen, durchbohrt die Zellwände, um in das Innere der Zellen zu gelangen, entzieht ihnen jene Stoffe, die der Pilz als Nahrung braucht, und bewirkt auf diese Art eine mehr oder minder weit gehende Zerstörung des Holzes.

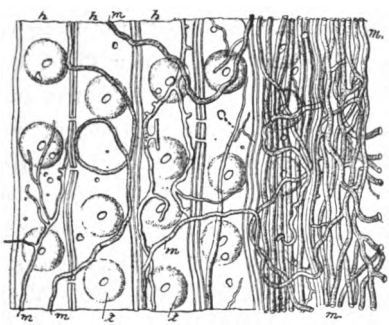


Fig. 5.

Stück eines von *Trametes Pini* zerstörten Fichtenholzes.

t Tüpfel in den Holzzellen *(h)* der Fichte, *m* Mycelium des Pilzes.

Es braucht die Zerstörung des Holzes durchaus nicht auf einen großen Theil des Stammes sich zu erstrecken, um den Baum zugrunde zu richten, schon eine theilweise Vernichtung genügt oft, entweder weil die Weiterleitung des aus der Wurzel aufsteigenden rohen Nahrungssaftes verhindert wird, oder weil das

Digitized by Google

Vorhandensein einer morschen Stelle Gelegenheit für Wind- und Schneebrüche gibt.

In Anbetracht der geschilderten Folgen ist das Auftreten von Baumschwämmen immer ein bedenkliches Symptom für den Forstmann, umsomehr, weil dann, wenn der Pilz äußerlich durch Ausbildung von Fruchtkörpern sichtbar wird, oft schon jede Hilfe zu spät kommt.

Mit Rücksicht auf die Verhinderung dieser Art von Baumkrankheiten ist die Entdeckung von großer Wichtigkeit, dass die Sporen der Pilze, beziehungsweise die jungen Mycelien derselben nur dann in das Innere der Bäume zu dringen vermögen, wenn ihnen durch Verletzungen der Rinde oder des Holzes Einbruchstellen geschaffen werden. Frostrisse und Thierfraß, Schnee- und Windbrüche, insbesondere aber Schnittwunden an Ästen und Stämmen sind solche Verwundungen. Zum Theile liegt die Verhinderung derselben in der Hand des Forstmannes, zum Theile vermag er ihre bösen Folgen durch einen künstlichen Verschluss der Wunden zu mildern.

Das Holz von Bäumen, welche durch Baumschwämme getödtet wurden, weist ganz charakteristische Zerstörungsformen auf. Manche Pilze verwandeln dasselbe in ein ganz feines Mehl, andere verursachen die unter dem Namen „Weißfäule“ und „Rothfäule“ bekannten Vermoderungsformen, wieder andere bewirken den Zerfall des Holzes in würfelige oder cubische Stücke u. s. w. Als eine besonders auffallende

Digitized by Google

Zerstörungsform mag die „Lichtfäule“ hervorgehoben werden, welche sich darin zeigt, dass Hölzer, die von phosphorescierenden Mycelien durchzogen werden, im Finstern matt leuchtend erscheinen.

Im Anschlusse an die Baumschwämme sei auch eines Hutpilzes gedacht, dessen Fruchtkörper unter dem Namen Hallimasch *(Agaricus melleus)* bekannt und als Speise geschätzt sind. Das Mycelium dieses Pilzes nistet vorzüglich in den Wurzeln und den untersten Stammtheilen und verursacht den sogenannten „Erdkrebs“ oder die „Wurzelfäule“, eine verderbliche und mit Recht gefürchtete Krankheit der Kiefer, Fichte und Buche. Das Mycel breitet sich in Form breiter weißer Stränge oder Häute zwischen Rinde und Holz aus und geht häufig in schwarze wurzelähnliche Bildungen über, welche abgestorbene Strünke überziehen und unter dem Namen Rhizomorpha schon lange bekannt, aber nicht aufgeklärt waren, bis sie erst in neuester Zeit von dem um die Erforschung der Krankheiten unserer Waldbäume so verdienten Münchener Botaniker Hartig als Myceliumstränge des Hallimasch erkannt wurden.

Nicht minder gefährlich als die angeführten „Schwämme“ sind zahlreiche kleine und kleinste Pilze, die dem flüchtigen Beobachter überhaupt oft ganz verborgen bleiben und nur durch die Resultate ihrer geräuschlosen Thätigkeit ihre Anwesenheit bekunden.

Da möchte ich zunächst auf einen Pilz aufmerksam machen, der gerade in neuester Zeit sehr häufig

Digitized by Google

zu beobachten ist, der im Bereiche der Alpen und deren Vorlande geradezu zu einer Calamität für die Lärchenwaldungen geworden ist. Es ist dies ein kleiner, in die Gruppe der Schlauchpilze *(Ascomycetes)* gehöriger Pilz, das *Helotium Willkommii*, die Ursache des Lärchenkrebses.

Der Lärchenkrebs erscheint an den Ästen und Stämmen der Lärche in Form muscheliger Vertiefungen, die rings von der wulstig aufgetriebenen Rinde umgeben sind. Mit dieser Veränderung ist oft reichlicher Harzfluss verbunden. Im Innern der Krebsstelle wuchert das Mycelium des Pilzes, das die Neubildung von Holz unter dem Krebse verhindert, (vergl. Fig. 6, 2) während sie an der übrigen Peripherie um so kräftiger erfolgt. Dadurch kann sich die Lärche des Parasiten oft längere Zeit erwehren; es kommt sogar vor, dass kräftige Stämme die Krebsstelle überwallen und damit aus dem Kampfe mit dem Parasiten siegreich hervorgehen. Anders ist es aber, wenn der Krebs von Jahr zu Jahr an Ausdehnung zunimmt und schließlich die Holzbildung überhaupt verhindert, damit in Kürze den Tod des betroffenen Stammstückes oder Astes herbeiführt.

Während im Innern des Stammes sich das Mycelium ausbreitet, treten nach außen die Fruchtkörper des *Helotium Willkommii* hervor. Dieselben haben die Form kleiner kurzgestielter Becher, die anfangs geschlossen sind, sich später, besonders bei Befeuchtung öffnen und dann außen weißlich, innen rothgelb gefärbt

Digitized by Google

sind. Auf einem Querschnitte durch einen solchen Fruchtkörper sieht man, dass dessen innere Auskleidung aus einer Schichte keuliger Hyphenenden (Schläuche) und zarter Fäden (Saftfäden oder Paraphysen) besteht.

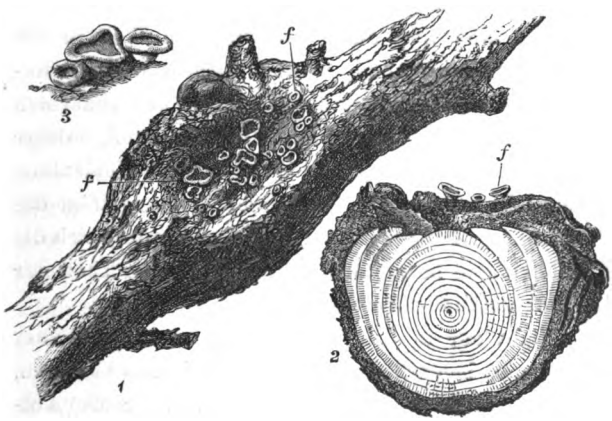


Fig. 6.

1 Krebsstelle an einem fünfzehnjährigen Lärchenaste, *f* Fruchtkörper von *Helotium Willkommii*, *2* Querschnitt durch denselben Ast, *3* Fruchtkörper von *Helotium Willkommii*. — (*1* und *2* etwas verkl., *3* vierfach vergr.) — Nach der Natur.

In jedem der ersteren finden sich je acht kleine eiförmige Zellen, die Sporen des Pilzes.

Nicht ohne Interesse ist die Art der Ausbreitung des Lärchenpilzes in der neuesten Zeit. In den Alpen, der Heimat unserer Lärche, war auch der Pilz jederzeit zuhause, ohne hier, wo die Lärche vortrefflich gedeiht, bedeutenden Schaden zu verursachen. Als im Beginne dieses Jahrhunderts die ersten Versuche

Digitized by Google

gemacht wurden, Lärchen in den Niederungen zu pflanzen, blieb der Pilz zurück und die Lärchenanpflanzungen glückten, was eine sehr ausgedehnte Verwendung dieses Baumes zu Aufforstungen in ganz Deutschland und Österreich zur Folge hatte. Um die Mitte des Jahrhunderts fand nun auch der Pilz den Weg in die neuen Lärchenbestände, die ihm außerordentlich günstige Lebensbedingungen boten. Durch den abnormen Standort an und für sich weniger kräftig, häufig infolge allzu dichter Pflanzung und durch andere Übelstände geschwächt, vermochte die Lärche den Angriffen des Pilzes nicht zu widerstehen. Rasch verbreitete sich die Krankheit und in kurzer Zeit war ein großer Theil der Lärchenbestände vernichtet.

Nicht nur in den Niederungen machte sich aber der Schaden bemerkbar, sondern auch in den Voralpen, wo man gerade in diesem Jahrhunderte große Aufforstungen mit Lärchen vorgenommen hat. So sind bedeutende Anpflanzungen im Wienerwalde, in den Voralpen, um den Schneeberg, am Semmering und in Obersteiermark u. s. w. in den letzten Jahrzehnten arg geschädigt oder vernichtet worden, und selbst in jenen Theilen der Alpen, wo früher der Lärchenpilz zwar vorkam, aber sich wenig bemerkbar machte, nimmt jetzt die Krankheit von Jahr zu Jahr zu.

Unter den obwaltenden Umständen bleibt nichts anderes übrig, als von einer Anpflanzung der Lärche an Stellen, die für ihr Gedeihen nicht ganz besonders günstig sind, ganz abzusehen.

Digitized by Google

Von den zahlreichen Feinden unserer Waldbäume, die gleichfalls in die Classe der Ascomyceten gehören, mögen hier nur einige wenige angeführt werden, so die *Herpotrichia nigra*, deren schwarze Mycelien in den Alpen die vom Schnee bedeckt gewesenen Nadeln des Krummholzes, der Fichte und des Wachholders überziehen, die *Rosellinia quercina*, der Eichenwurzeltödter, mehrere Arten der Gattungen *Nectria*, *Hysterium* und andere mehr.

Eine weitere Reihe von Parasiten der Forstbäume gehört in eine Pilzgruppe, die dadurch schon allgemeines Interesse verdient, dass sie einige der gefährlichsten Feinde unserer Culturpflanzen enthält, wie den Getreiderost. Es ist die Classe der Uredineen oder Rostpilze.

Zunächst möchte ich die Aufmerksamkeit auf einen Pilz lenken, der auf unseren Tannen eine krankhafte Missbildung hervorruft, die zu den auffallendsten Erscheinungen der Wälder gehört. Ich meine die Erscheinung der sogenannten Hexenbesen, wie ein solcher in Fig. 7 dargestellt ist.

Der Hexenbesen ist eine Wachsthumsabnormität, dadurch veranlasst, dass ein im Aste lebendes Mycelium dasselbe zu einer abnorm gesteigerten Entwicklung von Seitenästen und Zweigen anregt, die alle mehr oder minder in derselben Richtung auswachsen. Dadurch kommt ein Gebilde von besenartigem Aussehen zustande. Dasselbe ist dadurch um so auffallender, dass die verkürzten und gelblichen Nadeln dieser

Digitized by Google

Äste nicht so wie jene der gesunden den Winter überdauern, sondern alljährlich im Herbste abfallen. Der Pilz führt den Namen *Aecidium elatinum*. Er entwickelt außer dem im Innern des Tannenastes lebenden Mycelium an der Unterseite der Blätter kleine, gelbe,

Fig. 7. Hexenbesen auf der Tanne.
(Nach Kerner von Marilaun, Pflanzenleben, II. Bd.)

becherförmige Gebilde, die Aecidien, in welchen die Sporen entwickelt werden. Während *Aecidium elatinum* die Ursache des Hexenbesens der Tanne ist, verursachen andere, zum Theile in andere Gruppen des Pilzreiches gehörende Arten analoge Bildungen an

Digitized by Google

anderen Bäumen und Sträuchern, so Pilze aus der Gattung *Exoascus (E. Wiesneri* und *E. Carpini)* die Hexenbesen der Kirsche und der Hainbuche, das *Aecidium Magelhanicum* den Hexenbesen der Berberitze der Blasenrost (Aecidium von *Coleosporium Senecionis)* den Hexenbesen der Föhre und Weihmuthskiefer, andere, zum Theil noch nicht vollständig bekannte Pilze die Hexenbesen der Lärche, Legföhre, Fichte, Buche u. s. w.

Immer stimmen die Hexenbesen in der Form mehr oder minder überein, die durch die Anhäufung zahlreicher, dieselbe Richtung einschlagender, mit kleineren Blättern besetzter Äste bestimmt wird. Dabei stehen sie entweder aufrecht, wie jene der Tanne, Berberitze, Kirsche etc., oder hängen herab, wie jene der Föhre.

Es ist begreiflich, dass die auffallende Erscheinung der Hexenbesen dem Volke nicht entgieng; es findet sich eine ganze Reihe volksthümlicher Namen und Erklärungen für die Erscheinung. Am verbreitetsten sind die Namen Donnerbesen oder Blitzbesen, die im Zusammenhange stehen mit dem Glauben, dass sie ein Schutzmittel gegen den Blitzschlag abgeben. Davon leitet sich der Brauch ab, Hexenbesen auf dem Giebel der Häuser zu befestigen, der sich in manchen Ländern beobachten lässt. Anderseits musste das an die Form eines Kehrbesens erinnernde Aussehen den Anlass abgeben, um das unschuldige Gebilde mit dem Hexenglauben in Verbindung zu bringen. Man glaubte, dass die Besen von Hexen bei ihren nächtlichen Ritten

Digitized by Google

durch die Luft benützt wurden, und gab ihnen darum auch den allgemein üblichen Namen Hexenbesen. Auch praktische Verwendung finden die Hexenbesen, so werden sie in Tirol in hochgelegenen Häusern als Kamin- und Schornsteinbesen verwendet, der steirische Bauer benützt die dichten Büsche als Wirthshauszeichen.

Der Schaden, den die Hexenbesenpilze anrichten, besteht einerseits darin, dass an den Stämmen knollige Verdickungen, sogenannte Maserknollen entstehen, die Schnee- und Windbrüche befördern, anderseits in der Schaffung von Eingangsstellen für andere Parasiten, Holzschwämme u. dgl.

Die Classe der Uredineen, in die, wie schon erwähnt, *Aecidium elatinum* gehört, hat in neuerer Zeit durch die Entdeckung Interesse erweckt, dass manche Arten ihre Entwicklung auf verschiedenen Wirtpflanzen durchmachen. So bringt bekanntlich der Getreiderost sein Frühjahrsstadium, das *Aecidium*-Stadium, auf der Berberitze zu, sein Sommer- und Herbststadium, das Uredo- und Teleutosporenstadium auf verschiedenen Gräsern. Von *Aecidium elatinum* ist bisher bloß das *Aecidium*-Stadium bekannt, es ist überhaupt noch fraglich, ob es ein zweites Stadium auf einer andern Pflanze durchmacht.

Dagegen ist ein solcher Wirtwechsel von zwei anderen parasitischen Pilzen bekannt, die auch noch in den Bereich unserer Betrachtungen gezogen werden müssen. Der eine davon ist *Chrysomyxa Rhododendri*, dessen Teleutosporen auf den Blättern der Alpenrosen

Digitized by Google

den Alpenrosenrost verursachen, dessen Aecidien aber die Nadeln der jungen Triebe der Fichte befallen, an ihnen die unter dem Namen „Fichtennadelrost“ den Forstleuten bekannte Erkrankung hervorrufend. Zunächst treten an den Nadeln der Fichte gelbe Flecke auf, aus denen dann orangegelb gefärbte Säckchen (Peridien) (Fig. 8, *1 p*) hervorwachsen, in denen sich die

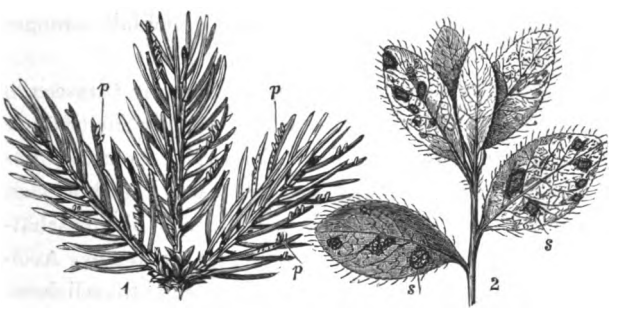


Fig. 8. *Chrysomyxa Rhododendri.*

1 Aecidien *(p)* auf den Blättern der Fichte, 2 Teleutosporenlager auf den Blättern der Alpenrose *(Rhododendron hirsutum).* — (*1* und *2* nat. Gr.) — Nach der Natur.

Sporen entwickeln. In solcher Menge werden diese gebildet, dass sie beim Schütteln erkrankter Fichten oft in dichten Wolken davon ziehen. In manchen Jahren tritt die Krankheit besonders heftig auf, so im verflossenen Jahre, in dem wiederholt Nachrichten über die auffallende an den Fichten sich zeigende Erscheinung in den Tagesblättern sich fanden. In der That bietet ein Wald, in dem zahlreiche Bäume von dem Übel be-

Digitized by Google

fallen sind, ein sehr auffallendes Bild, da er an Stelle des dunklen Grün der Fichten oft im leuchtenden Gelb oder Rothgelb prangt.

Nachdem die Krankheit der Fichte mit einer solchen der Alpenrose im Zusammenhange steht, ist es leicht begreiflich, warum sie gerade in den Alpen, und zwar genau in der Region der Alpenrose am häufigsten auftritt. Auf den Blättern der Alpenrose erzeugt der Pilz braune Flecke, aus denen gleichfalls orangeroth gefärbte Sporen entspringen.

Von derselben Bedeutung, welche die *Chrysomyxa Rhododendri* für die Fichte hat, ist für die Föhre eine andere Uredinee, das *Coleosporium Senecionis*, das gleichfalls seine Entwicklung auf zwei verschiedenen Pflanzen durchmacht. Das für die uns hier beschäftigende Frage wichtigste Stadium ist wieder das Aecidium, das aber bei diesem Pilze von eigenthümlichem, abweichenden Aussehen ist. Es tritt sowohl am Stamme als an den Blättern der Föhre auf, und zwar an dem ersteren in Form großer, halbkugelförmiger oder länglicher, mit rothgelbem Sporenpulver erfüllten Blasen, an den letzteren als wesentlich kleinere, im übrigen aber ähnlich aussehende Bläschen.

Schädlich für den Baum sind aber nicht diese, sondern die den Stamm durchwuchernden Mycelien, die das Holz zerstören und gewöhnlich eine vollständige Verkienung des getödteten Holzes bewirken. Infolge dieser letzteren Veränderung werden die durch *Coleosporium Senecionis* zum Absterben gebrachten Äste

Digitized by Google

der Föhre von den Landleuten häufig als Brennmaterial geschätzt.

Vom Pilze befallene Föhren sterben zunächst am Gipfel ab, von dort schreitet die Verdorrung gegen den Grund vorwärts. Nicht selten vermag der Baum die Krankheit zu überwinden, er bildet dann einen neuen Wipfel aus, der über dem abgestorbenen emporwächst, während der letztere ihm seitlich anhängt.

Derartig vertrocknete Wipfel haben eine gewisse Ähnlichkeit mit Hexenbesen und sind den Landleuten unter dem Namen „Kienzöpfe“ bekannt.

Fig. 9.
Coleosporium Senecionis.
Aecidium, *1* auf den Blättern, *2* auf dem Stamme der Föhre.
(*1* nat. Gr., *2* verkl.) Nach der Natur.

Die Sporen des *Coleosporium Senecionis* finden ihre Weiterentwicklung auf den verschiedensten Arten der Gattung Kreuzkraut *(Senecio)*; auf der Unterseite der Blätter derselben bildet der Pilz in gelben oder orangerothen ausgedehnten krustigen Überzügen die Uredo- und Teleutosporen.

Es ist hier nicht möglich, alle der Classe der

Digitized by Google

Uredineen angehörenden Baumparasiten eingehend zu behandeln, es mögen daher nur noch die wichtigsten kurz angeführt werden: die Teleutosporenlager von *Gymnosporangium Sabinae, clavariaeforme* und *iuniperinum* verursachen Erkrankungen des Wachholders, auf den Blättern der Tanne finden sich die Aecidien von *Melampsora Goeppertiana,* deren Teleutosporen die Stengel der Preißelbeere deformieren, die *Melampsora populina* befällt mit ihren Uredo- und Teleutosporen die Blätter der Pappeln, während die Aecidien nach einer noch nicht ganz sichergestellten Entdeckung auf Kiefern *(Caeoma pinitorquum)* und Lärchen *(C. Laricis)* Krankheiten zu verursachen scheinen u. s. w.

In den vorstehenden Zeilen habe ich versucht, einige der wichtigsten von pflanzlichen Parasiten verursachten Krankheiten unserer Waldbäume in Kürze zu skizzieren und deren Erreger zu beschreiben. Eine Vollständigkeit wurde weder angestrebt, noch erreicht; es sollten nur jene Fälle hervorgehoben werden, die häufig vorkommen und dem beobachtenden Naturfreunde nicht selten begegnen.

Gelegentlich haben auch Bemerkungen Einschaltung gefunden über die Mittel, die zur Bekämpfung der Krankheiten zugebote stehen. Dieselben bezwecken allerdings nur selten eine Rettung des erkrankten Baumes, zunächst bewirken sie in der Regel auch im günstigsten Falle nur eine Verhinderung der Ausbreitung. Dass unsere Eingriffe bei bereits erfolgter Erkrankung sich vorzugsweise darauf beschränken

Digitized by Google

müssen, hängt mit dem Wesen des Kranken und des Krankheitserregers zusammen, denn Mittel, die wir zu dem Zwecke anwenden würden, den Parasiten zu schädigen, würden in der Regel auch die Nährpflanze gefährden.

Das wirksamste Mittel zur Bewahrung unserer Waldbäume vor Feinden beruht demnach in der Prophylaxis. Wie dieselbe geübt werden kann, ergibt sich schon aus der früher gegebenen Erklärung des Parasitismus. Sie wird einerseits trachten müssen, die Bäume kräftig und gesund heranzuziehen und zu erhalten, sie wird anderseits bestrebt sein müssen, sie vor verletzenden Eingriffen von außen zu schützen. Die erste dieser Aufgaben kann erreicht werden durch passende Auswahl der Baumarten bei Aufforstung mit Rücksicht auf locale, klimatische und specielle, in der Geschichte der Pflanzenwelt begründete Verhältnisse, sowie durch Fürsorge für die Beschaffenheit des Waldbodens. Die zweite Aufgabe hat sich hauptsächlich geltend zu machen in der Verhinderung von Verletzungen durch Wind, Schnee, Frost und Thierfraß, sowie durch eine rationelle Waldwirtschaft.

Die Erfüllung beider Aufgaben bildet unter anderem den Inhalt eines fürsorglichen und zielbewussten Forstwesens, das auch eine thunlichste Verminderung der durch Parasiten aus dem Pflanzen- und Thierreiche bewirkten Schäden zur Folge haben muss.

Digitized by Google

Digitized by Google

Zur Erinnerung

an

Melchior Neumayr.

Nachruf,

gehalten den 12. Februar 1890

von

Franz Toula.

Digitized by Google

Digitized by Google

Der Hingang eines bedeutenden Mannes, wenn er in hohem Alter und nach Abschluss seiner Lebensaufgabe scheidet, wird uns stets mit innigem Bedauern erfüllen. Wird aber ein Mann in der Vollkraft der Jahre und Schaffensfreudigkeit aus dem Kreise der Freunde und Fachgenossen hinweggerafft, seiner Familie[1]) und seinen im Werden begriffenen Werken entrissen, so ergreift uns schmerzliche Wehmuth, und der Ausdruck des Bedauerns wird zur lauten Klage. — Einen solchen Mann haben wir aber jüngst ins frühe Grab sinken sehen: unseren Freund und Arbeitsgenossen

Prof. Dr. Melchior Neumayr.

Sein Name stand auf unserem diesjährigen Vortragsprogramme, und wir konnten gewiss sein, er hätte uns von seinem Besten geboten. Seine Pflichttreue war so groß, dass er noch am Krankenlager, das sein Sterbebett werden sollte, seiner Verpflichtung gedachte, indem er mir am 22. December schrieb und mich bat, vorzusorgen, dass er erst Ende Februar an die Reihe

[1]) Seit dem Jahre 1878 war Neumayr mit der Tochter seines berühmten Collegen Professor Ed. Suess in glücklichster Ehe vereint.

Digitized by Google

komme, da er bis zum 22. Jänner, dem Tage seines angekündigten Vortrages, kaum werde sprechen können. Als er am 29. Jänner d. J. starb, hatte er das 44. Lebensjahr nur um ein Geringes überschritten.

Er war zu München am 24. October 1845 geboren, als Sohn des ehemaligen bayerischen Staatsministers Max von Neumayr,[1]) und brachte seine ersten Jugendjahre in Stuttgart zu, wo sein Vater die Stelle eines bayerischen Gesandten bekleidete. Zum Juristen bestimmt, folgte er jedoch, als er im Herbste 1863 die Universität München bezog, sehr bald der Anziehung, welche die Naturwissenschaften auf ihn ausübten, und wandte sich unter Gümbels und Oppels Führung der Geologie und Paläontologie zu, um es auf beiden Gebieten zur vollen Meisterschaft zu bringen.

Unter Gümbels Leitung machte er sich mit der geologischen Arbeit im Felde vertraut und trat schon 1868 als Volontär in den Verband unserer geologischen Reichsanstalt, um bereits im Jahre 1869 als Sectionsgeologe an den Aufnahmsarbeiten sich zu betheiligen. Im Jahre 1868 und 1869 sehen wir ihn mit Dr. Guido Stache in den Karpathen mit der Aufnahme des Wirrsals von Einzelbergen und Riffen des großen karpathischen Klippenzuges bei Lublau und Jarembina beschäftigt, in den Jahren 1870 und 1871 aber arbeitete

[1]) Die Angaben über seinen Lebenslauf entnehme ich einem warmen Nachrufe, den K. v. Zittel seinem Freunde in den „Münchener Neuesten Nachrichten“ vom 7. Februar 1890 widmete.

Digitized by Google

OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA

er in den Nordtiroler Kalkalpen, wo er im Karwendelgebirge bahnbrechende Studien anstellte. Seine Untersuchungen erstreckten sich aber auch auf Südtirol und Italien, sowie auf Dalmatien, Slavonien und Siebenbürgen.

Als er sich im October 1872 als Privatdocent an der Universität Heidelberg habilitierte, wo er seinerzeit auch als Student längere Zeit geweilt hatte, widmete ihm sein damaliger Chef Director Fr. R. v. Hauer folgenden Nachruf: „Wir verlieren an ihm einen der kenntnisreichsten und thätigsten unserer jüngeren Mitarbeiter, der . . . durch seine trefflichen Untersuchungen der karpathischen Klippenzüge und der Juragebilde überhaupt, sowie durch seine Studien der Süßwasserfaunen der südlichen Kronländer der Monarchie“ — welchen er übrigens sein ganzes weiteres Leben hindurch die größte Aufmerksamkeit zuwendete — „unvergängliche Verdienste um die geologische Kenntnis unseres Reiches sich erworben hat.“

Seine Abwesenheit von Wien währte übrigens nicht lange, denn schon nach einem Jahre wurde er als außerordentlicher Professor auf den neuerrichteten Lehrstuhl für Paläontologie berufen. Im Jahre 1879 wurde er zum ordentlichen Professor ernannt und bald darauf zum correspondierenden Mitgliede der kaiserlichen Akademie erwählt.

Waren seine Arbeiten vom Anfange an hauptsächlich auf die im Jura und in der Kreide auftretenden Ammonshörner und auf die Ermittelung ihrer

Digitized by Google

Stammesgeschichte gerichtet, getreu der Richtung, die er durch seinen Lehrer Oppel erhalten, so trat doch bald als zweites Lieblingsgebiet der Forschung das Studium der Süßwasserfaunen hinzu, und sein Freund und engerer Fachgenosse K. v. Zittel sagt mit vollem Rechte, dass Neumayrs Studienergebnisse auf diesem Gebiete „zu den solidesten Stützen der Descendenztheorie gehören", deren getreuer und eine scharfe Klinge führender Vertreter und Verfechter Neumayr zeitlebens blieb.

Ein großes Arbeitsgebiet erschloss sich unserem Freunde, als er von Seite der hohen Regierung im Jahre 1875 mit der Leitung von geologischen Untersuchungen im Südosten Europas, und zwar in Nordgriechenland und Theilen von Thessalien und Macedonien betraut wurde, die er mit einem ganzen Stabe aus der Reihe seiner und Prof. Suess' Schüler innerhalb zweier Sommer zur Durchführung brachte.

Immer wieder kehrte er zu den Jurastudien zurück, und als Ergebnis seiner Forschungen haben wir eines seiner Hauptwerke, die große Abhandlung „Über die klimatischen Zonen während der Jura- und Kreidezeit (1883) zu betrachten, der bald darauf die umfassende Arbeit „Über die geographische Verbreitung der Juraformation" (1885) folgte.

Immer weiter und weiter wurde der Kreis seiner Studien, und als Idealwerke, deren Vollendung er wie eine Lebensaufgabe betrachtet haben mag, sehen wir ihn jahrelang Materialien zusammentragen, sichten

Digitized by Google

und verarbeiten, aus denen sich zuerst seine große, für einen alle Gebildeten umfassenden Leserkreis berechnete „Erdgeschichte“ herausbildete (1886), als deren reifste und schönste Frucht aber die „Stämme des Thierreiches“ gezeitigt worden wären, deren erster Band vor etwa einem Jahre (1889) erschien, und nicht geringes Aufsehen unter allen Fachgenossen hervorrief. — Diese, ob Anhänger oder Gegner der darin vertretenen Anschauungen, waren nicht nur einig in der Bewunderung der Beherrschung des verarbeiteten Beobachtungsmateriales, sondern auch der Verwertung der daraus sich ergebenden Schlussfolgerungen für die Verbesserung der Systematik und die Aufhellung der Stammesgeschichte der in dem ersten Bande behandelten Kreise der niederen Thierwelt. Über diesem Werke starb Neumayr, und ob es der Vollendung, die seinem Meister vorschwebte, wird zugeführt werden können — das liegt im Zeitenschoße. Es wird aber auch als Torso ein herrliches Monument unseres Freundes sein, das er sich selbst errichtet.

Nur in wenigen Worten konnte ich hier die Richtungen, in welchen sich Neumayrs wissenschaftliche Production bewegte, andeuten; ich will es jedoch nicht unterlassen, alles zusammenzutragen, was mir von den Ergebnissen seiner reichen geistigen Thätigkeit bekannt geworden, ohne jedoch irgendwie auf Vollständigkeit Anspruch erheben zu wollen. Ich thue dies, weil ich glaube, dass es auch im Kreise der Mitglieder unseres Vereines, für den Neumayr stets ein so war-

Digitized by Google

mes Herz gehabt, viele interessieren dürfte, einmal einen Einblick zu erhalten in die geistige Werkstätte eines Naturforschers, und wahrlich Neumayr verdient es, als ein Musterbild eines solchen hingestellt zu werden.

Im Nachfolgenden sollen seine Abhandlungen in chronologischer Reihenfolge verzeichnet und ihr wesentlicher Inhalt wenigstens angedeutet werden.

1868. 1. Petrographische Studien im mittleren und oberen Lias. Württemb. naturw. Jahreshefte, 1868, 53 S.

Die achtzehn Schichtgruppen werden gewissenhaft untersucht, 134 Analysen von Gesteinen ausgeführt und die Gesteine nach ihrem Carbonat- und Silicat-Verhältnisse verglichen.

2. Die Klippen von Lublau und Jarembina oder Jarabina. Verhandl. d. geol. R.-A., S. 258–261 (mit Dr. G. Stache).

Untersuchung einer der verworrensten und unregelmäßigsten Partien des großen karpathischen Klippenzuges.

3. Über einige neue Versteinerungsfundorte in den Klippen. Ebend. S. 282—284.

4. Versteinerungen der spanischen Trias in der Verneuil'schen Sammlung. Ebend. S. 348 f.

Bei Gelegenheit einer Besichtigung der genannten Sammlung in Paris erkannte Neumayr eine große Übereinstimmung der spanischen Formen mit südalpinen Vorkommnissen.

5. Petrefactensendungen L. v. Kamienski's aus der Umgebung von Neumarkt in Galizien. Ebend. S. 433.

Das Vorkommen von unterem Dogger wird als älteste Bildung nachgewiesen neben Malm- und Neocomschichten.

Digitized by Google

6. Über Dogger und Malm im penninischen Klippenzug. Verhandl., S. 87. 1869.

Bestimmte Horizonte werden in dem vierzehn Meilen langen und eine Viertelmeile breiten Zuge von Ragoźnik in Galizien bis Lucska in Oberungarn unterschieden. Über den *Opalinus*- und *Murchisonae*-Schichten (unterer Dogger) folgen 1. Krinoidenkalke (Klausschichten), 2. Knollenkalke (Czorstyner Kalke) mit einer Mischfauna (von Oxford bis Tithon) und 3. echte Tithonkalke.

7. Über jungtertiäre Süßwasserablagerungen in Dalmatien und Kroatien. Verhandl., S. 106 und 184. Vorläufige Anzeigen.

8. Beiträge zur Kenntnis fossiler Binnenfaunen. Jahrbuch d. geol. R.-A., S. 355—382.

Beginn einer Reihe von Localmonographien, die zu den schönsten Ergebnissen der Neumayr'schen Studien gehören. 1. Die dalmatinischen Süßwassermergel; 2. Die Congerienschichten in Kroatien und Westslavonien. Der mediterrane Charakter dieser im Gegensatze zu dem pontisch-kaspischen der Congerienschichten des Wiener Beckens wird besonders betont.

9. Über eine Höhle mit Resten von *Ursus spelaeus* im Kalke des Maguraberges bei Zakopane in der Hohen Tatra (Galizien). Verhandl., S. 147.

10. Das Sandsteingebiet im östlichen Theile des Unghvarer Comitates (Nordungarn). Verhandl., S. 216.

Magura-Sandstein mit einer eigenartigen, nur fünf Fuß breiten Conglomeratmasse, welche ganz ähnlich durch viele Schichten zu verfolgen ist.

11. Die Cephalopoden der Oolithe von Balin. Verhandl., S. 392. Eine vorläufige Mittheilung.

12. Über einige neue oder weniger bekannte Cephalopoden der Macrocephalenschichten. Verhandl., S. 33. Jahrbuch, S. 147—156. Mit drei Tafeln. 1870.

Fünf neue Cephalopoden aus dem Brielthale bei Gosau werden beschrieben. Mit einer warmen Befürwortung der Auf-

Digitized by Google

1870. stellung scharf begrenzter Gattungen bei den Ammoniten an Stelle der vagen Gruppen.

13. Bestimmung einer Aufsammlung von Petrefacten aus dem Krakauer Gebiete. Verhandl., S. 178. In einem Reiseberichte von D. Stur.

14. Über die Identität von *Perisphinctes Greppini* Opp. sp. und *P. oxyptychus* Neumayr. Verhandl., S. 249. Verbesserung einer Angabe in der Abhandlung Nr. 12.

15. Jurastudien. 1. Die Klippe von Czetechowitz in Mähren. (Das Vorkommen eines in keiner anderen Klippe nachgewiesenen Horizontes [*Amm. cordatus*-Zone] wird erörtert.) 2. Über Tithonarten im fränkischen Jura. Jahrbuch, S. 549—558.

1871. 16. Über die geologische Beschaffenheit des Falzthurnthales in Nordtirol (Achensee W.). Verhandl., S. 4. Aufnahmsbericht.

17. Die Fauna der Schichten mit *Aspidoceras acanthicum* Oppel im Nagy-Hagymás-Gebirge in Siebenbürgen. Verhandl., S. 21—25.

Erbringt den Nachweis der Übereinstimmung dieses Horizontes in Siebenbürgen, in den Alpen und in der Südzone des mitteleuropäischen Jura.

18. Aus den Sette Communi. Verhandl., S. 165—169.

Wieder wird der Jura besonders hervorgehoben und die Verschiedenheit der Mächtigkeit derselben Schichten verglichen mit jener an der Etsch, wo sie gewaltig anschwellen. (Graue Kalke von 200—300′ auf 1500′, die darüber liegenden Klausschichten von ganz unbedeutenden Spuren und Linsen auf 50′ und der rothe Ammonitenkalk des oberen Jura von 12—40′ auf 100′.)

19. Jurastudien. (Zweite Folge.) 3. Die Phylloceraten des Dogger und Malm. Verhandl., S. 169—172. Vorläufiger Bericht.

20. Dasselbe in ausführlicher Behandlung. Jahrbuch, S. 297—378. Mit sechs Tafeln.

Digitized by Google

Die zahlreichen Arten werden in fünf Formenreihen vereinigt und in genetischen Zusammenhang gebracht. 1871.

21. Jurastudien. 4. Die Vertretung der Oxfordgruppe (der mitteleuropäischen Provinz) im östlichen Theile der mediterranen Provinz. Jahrbuch, S. 355—378. Mit vier Tafeln.

22. Das Karwendelgebirge. Verhandl., S. 235. Reisebericht.

23. Vom Haller Salzberg. Ebend. S. 306.

Ein neuer tieferer Aufschluss von Salzthonen wird angezeigt.

24. Über *Phylloceras Zignoanum* d'Orb. Ebend. S. 352.

Correctur einer d'Orbigny'schen Abbildung.

25. Jurastudien. 5. Der penninische Klippenzug. Jahrbuch, S. 451—536. (Man vergl. Nr. 6.)

In diesem Werke bringt Neumayr in dessen neuntem Abschnitte auch eine „Theorie der Klippenbildung". Die Entstehung der geradezu zahllosen Klippen wird in folgender Weise erklärt: „Die karpathischen Klippen sind Trümmer und Reste eines geborstenen Gewölbes, welche als Blöcke oder Schichtköpfe von Schollen und anstehenden Schichtmassen in jüngere Gesteine, von welchen sie überwölbt werden, in discordanter Lagerung hinein- oder durch dieselben hindurchgepresst worden sind." Es ist dies eine ebenso großartige als geniale Vorstellung, welche alle Schwierigkeiten der Erscheinung thatsächlich auf das allerbeste erklärt.

26. Die Cephalopoden-Fauna der Oolithe von Balin. Abhandl. d. geol. R.-A. V, 2, S. 19—54. Mit 7 Tafeln.

Eine Monographie. 66 Cephalopoden werden beschrieben. Die 49 zur Bestimmung des geologischen Horizontes geeigneten Arten lassen sich auf fünf Faunen zurückführen, die in anderen Gegenden in übereinanderliegenden Schichten auftreten. 47% davon entsprechen der Zone des *Stephanoceras macrocephalum* Schl. sp.

Digitized by Google

1872. 27. Über Jura-Provinzen. Verhandl., S. 54—57.

Die Verschiedenheit der mediterranen (Spanien, Cevennen, Alpen, Italien, Karpathen, Balkanhalbinsel) und der mitteleuropäischeu Jura-Provinz (England, Frankreich, Deutschland, Gegend von Brünn und Krakau, baltische Länder, Dobrudža z. Th.) wird hier zum erstenmale auf klimatische Unterschiede und Verschiedenheit der Temperatur des Meerwassers zurückgeführt.

28. Die geologische Stellung der slavonischen Paludinenthone. Verhandl., S. 69.

Die obere Abtheilung derselben ist ein jüngeres, im Wiener Becken nicht bekanntes Glied.

29. Die Braunkohlen führenden Tertiär-Ablagerungen von Westslavonien. Zeitschr. der deutschen geol. Ges., S. 796. Vortrag, gehalten in Berlin am 15. Sept.

Paludinen (von nordamerikanischem Typus), Melanopsiden, Unionen etc. liegen über Congerienschichten. (Man vergl. Nr. 28.)

30. Versteinerungen aus Russland. Kurze Anzeige einer eingelangten Sammlung. Verhandl., 105.

31. Die Umgebung von Reutte in Tirol (Lechthal). Aufnahmsbericht. Verhandl., S. 270.

1873. 32. Tenuilobatenschichten und Astartien im Schweizer Jura. Verhandl., S. 144—147.

Die Übereinstimmung der beiden genannten Bildungen wurde durch Excursionen in der Schweiz mit mehreren Fachgenossen aufs neue festgestellt.

33. Über Charakter und Verbreitung einiger Neocom-Cephalopoden. Verhandl., S. 288.

Anzeichen von Verwandtschaft mitteleuropäischer Formen des untersten Neocom mit borealen Typen des oberen Moskauer Jura werden dadurch erklärt, dass bei der Versenkung Mitteleuropas nicht nur aus der mediterranen, sondern auch aus der borealen Provinz Einwanderungen erfolgt seien, von welchen einige besonders anpassungsfähige Formen des kalten

Digitized by Google

nordischen Meeres bis in die warme mediterrane Meeres- 1873.
provinz vordringen konnten.

34. Die Fauna der Schichten mit *Aspidoceras acanthicum*. Abhandl., V, S. 139—257. Mit dreizehn Tafeln.

Die aus Siebenbürgen und von der Tatra bis Sicilien und Algier reichenden Bildungen bilden den Gegenstand für dieses große Werk, das sich enge an die Jura-Studien anschließt. Auch hier wurden die genetischen Verhältnisse erörtert, und es gelang, „die gemeinsame Abstammung als erstes classificatorisches Moment in die Systematik der Ammoneen einzuführen". (Man vergl. auch Verhandl. 1874, S. 29.) Die Selbständigkeit des Oppel'schen Tithon wird bewiesen.

35. Über den oberen Jura des Bas-Bugey (in 1874.
Südfrankreich). Verhandl., S. 37—40.

Kritische Betrachtung über die Berechtigung gewisser Parallelisierungen zwischen dem südfranzösischen und mitteleuropäischen oberen Jura.

36. Die Aralo-Kaspi-Niederung. Verhandl., S. 31—33. 1875

Eine kritische Betrachtung einiger Schmick'scher Aussprüche. Das aralo-kaspische Gebiet ist der Rest eines früher viel größeren schwach brackischen Sees und nicht geeignet, die aufgestellten Theorien zu stützen.

37. Zur Bildung der Terra rossa. Verhandl., S. 50 und 51.

Der rothe Thon wird auf die kleinen Mengen von Eisenoxydsilicat in den Schalen der Globigerinen zurückgeführt.

38. Der Kalk der Akropolis von Athen. Verhandl., S. 68—70.

Wird in Übereinstimmung mit Gaudry's älterer Vermuthung als metamorphosierter mesozoischer Kalk betrachtet. (Nachweis einer *Nerinea* in demselben.)

39. Über die Classification der Kreide-Ammoniten. Sitzungsberichte d. k. Akad. d. Wiss. in Wien, Bd. 71, Mai-Heft.

Digitized by Google

1875. 40. Die Ammonitiden der Kreide und die Systematik der Ammonitiden. Zeitschr. der Deutschen geol. Gesellsch., S. 854—942.

In wesentlich erweiterter Form auch auf den Jura ausgedehnter, wohlgelungener Versuch einer den neuen Anschauungen entsprechenden Eintheilung dieser wichtigen Fossilien.

41. Die Insel Kos (an der kleinasiatischen Küste). Verhandl., S. 170—174.

Gibt eine Skizze des geologischen Aufbaues dieser Insel. Phyllite und Hippuritenkalk bilden das Skelet. Außerdem treten noch Andesite und Trachyte auf. Mehr als die Hälfte nehmen Tertiärbildungen ein. Süßwasserkalk (Paludinenschichten) unter marinem Pliocän, dem nördlichsten Vorkommen dieser Art im Archipel.

42. Die Süßwasser-Ablagerungen im südöstlichen Siebenbürgen. (Mit Franz Herbich.) Jahrbuch, Paläontol. Theil, S. 410—431. Mit zwei Tafeln. (Man vergl. auch Verhandl., S. 330 und 331.)

Von hohem Interesse sind die Hinweise auf lebende analoge Arten in China und Nordamerika und fossile in naher Übereinstimmung mit dem engen und abflusslosen siebenbürgischen Becken stehende Arten in den jungtertiären Schichten von Südfrankreich.

43. Die Congerien- und Paludinenschichten Slavoniens und deren Faunen. Ein Beitrag zur Descendenztheorie. Abhandl., VII, 3, 111 S. Mit zehn Tafeln. (Zusammen mit C. M. Paul.)

Über den weißen Mergeln folgen Congerien- und darüber die Paludinenschichten. (Man vergl. Nr. 28 und 29.) Allmähliche Umänderungen, Wechsel und Übergänge der Formen innerhalb der Hauptabtheilungen. An der Grenze beider Abtheilungen vollzieht sich ein vollständiger Wechsel durch Einwanderungen; Cardien verschwinden, Congerien treten ganz zurück, Viviparen, Melanopsiden und Unionen herrschen voll-

Digitized by Google

ständig vor. Die Lebensbedingungen und die physikalischen Verhältnisse haben sich durchgreifend verändert. 139 verschiedene Formen werden in ihren verwandtschaftlichen und genetischen Verhältnissen studiert und zum Theil in Formenreihen gebracht. 1875.

44. Die Halbinsel Chalkidike. Verhandl., S. 45. 1876.

45. Das Schiefergebirge der Halbinsel Chalkidike und der thessalische Olymp. Jahrbuch, S. 249—260. (Man vergl. Nr. 36.)

Krystallinische Schiefer (chloritische Schiefer, Glimmerschiefer, Gneisse etc.) mit untergeordneten Marmorzügen sind herrschend. Im Südwesten von Chalkidike treten jungtertiäre Ablagerungen weit verbreitet auf. Der Olymp ist der Hauptsache nach ein Gewölbe aus Serpentinschiefer mit einer mächtigen Kalkmasse, die in der unteren Abtheilung zahlreiche, aber unbestimmbare Fossilreste umschließt, also als metamorphosiert aufzufassen ist.

46. Die Formenreihe der *Melanopsis impressa*. Verhandl., S. 53 und 54.

Diese Formenreihe wird eingezogen.

47. Geologische Arbeiten im Oriente. Verhandl., S. 219, 221, 225.

Kurze Reisebriefe: Pentelikon und Hymettus stimmen sehr gut überein. Parnass enthält Hippuriten und *Dactylopora*-ähnliche Fossilien. Kreide! Kreide! Nichts als Kreide! Hippuritenkalk und Macigno. Das ganze Gebiet westlich von Lamia besteht aus oberer Kreide, Neogen, Diluvium und Alluvium. „Das illyrische Faltensystem scheint sich ebenso nach Süden in eine Anzahl divergierender Züge aufzulösen, wie die Alper nach Osten. Öta und Othris sind solche Abzweigungen.“ Neue Paludinenschichten und blaue Pliocänthone (bei Vonitza).

48. Die Ornatenthone von Tschulkowo und die Stellung des russischen Jura. Benecke, Paläontol. Beiträge, Bd. II.

Digitized by Google

1876. Eine überaus auffallende, mit Westeuropa in naher Übereinstimmung stehende Fauna wird nachgewiesen, die darüber folgenden jüngeren Juraschichten zeigen dagegen wenig Ähnlichkeit mit Westeuropa. Auf Grund aller Wahrnehmungen kommt Neumayr zu einer Vorstellung über die Bildungsgeschichte des russischen Jura. Eine Zeit lang herrscht Verbindung mit Westeuropa (Kelloway), auch mit dem indischen Ocean (Beginn des Oxford), dann Abschließung und Umformung zu autochthonen Arten, schließlich große Transgression von Norden her (Aucellenschichten).

49. Über einige neue Vorkommnisse von jungtertiären Binnenmollusken. Verhandl., S. 366—368.

Gewisse wallachische Formen aus Paludinenschichten zeigen Übereinstimmung mit westslavonischen, während andere spätere Typen davon abweichen. Die Verwandtschaft mit näheren siebenbürgischen, ungarischen und ostslavonischen Ablagerungen ist geringer.

1877. 50. Über einen Conglomeratgang im Karpathensandstein des Unghvarer Comitats in Ungarn. Verhandl., S. 126 und 127. (Man vergl. Nr. 10.)

Die Erscheinung an dem Conglomeratvorkommen wird nochmals erörtert und die Gangnatur festgehalten, die scheinbare Übereinstimmung in der Schichtung wird auf Spannungsvorgänge zurückgeführt.

51. Die Zone der *Terebratula Aspasia* in den Südalpen. Verhandl., S. 177 und 178.

Über die facielle Übereinstimmung mittelliassischer Brachiopodenkalke der Hierlatzschichten einerseits, und zwischen den südalpinen und sicilianischen Vorkommnissen andererseits.

52. Bemerkungen über den russischen Jura. Neues Jahrbuch für Min., Geol. und Palaeont., S. 791—797. (Man vergl. Nr. 48.)

Polemik mit Trautscholds Auffassung. Die angenommene Übereinstimmung zwischen Tschulkowo und Jelatma

Digitized by Google

wird den Einwürfen Lahusens gegenüber nicht weiter fest- 1877.
gehalten.

53. Über unvermittelt auftretende Cephalo- 1878.
podentypen im Jura Mitteleuropas. Jahrbuch, S. 37—80.
(Verhandl., S. 94.)

Dieselben werden zum Theil auf Einwanderungen aus der mediterranen Provinz zurückgeführt, während die Herkunft anderer, die gleichfalls als Einwanderungen aufgefasst werden, nicht sichergestellt werden kann. Lückenhaftigkeit in der Schichtfolge könne nicht die Ursache des Fehlens zahlreicher Stammformen sein, die Faunen seien sehr unvollkommen erhalten geblieben (kaum der eilfte Theil der Formen blieb erhalten).

54. Bemerkungen zur Gliederung des oberen Jura. Verhandl., S. 272—275.

Eine Erwiderung auf abweichende Annahmen von Hébert, Tombeck und Dieulafait. Die *Terebratula janitor* Pict. reicht aus den Schichten mit *Aspidoceras acanthicum* Opp. bis in das untere Neocom.

55. Der geologische Bau des westlichen Mittelgriechenland. Denkschriften d. k. Akad. d. Wiss. 40. Bd., S. 91—128. Mit einer Profiltafel.

Außer Alluvium und Diluvium (in den kleinen Becken) und dem Pliocän von Vonizza treten Kalke in drei verschiedenen Etagen auf; die mittlere als Einlagerung in Macigno; Serpentin mit Hornsteinen in den oberen Abtheilungen. Krystallinische Schiefer und Marmore werden als metamorphosierter Macigno und mit dem oberen Kalk (mit Hippuriten) parallelisiert. Das Ganze ist ein Faltengebirge.

56. Zur Kenntnis der Fauna des unteren Lias in den Nordalpen. Verhandl., VII, 5. (Man vergl. auch Verhandl., S. 32.)

Die Fauna des Lias vom Pfonsjoch in Tirol, vom Breitenberg bei St. Wolfgang und aus dem Zlambachgraben bei Ischl. Auch in dieser Arbeit wird ein Hauptgewicht auf die

Digitized by Google

1878. Stammesgeschichte der Cephalopoden gelegt. Die Übereinstimmung mit den außeralpinen *Planorbis*-Schichten wird, wie schon erwähnt, durch Einwanderung aus der mediterranen in diese außeralpine (mitteleuropäische) Provinz, erklärt und werden sowohl die Psilonoten als auch die Angulaten auf mediterrane Vorläufer im Rhät, die Arieten auf solche der alpinen Angulatenschichten zurückgeführt.

57. *Mastodon avernensis* aus den Paludinenschichten Westslavoniens. Verhandl., S. 176—180.

Dadurch wurde das Alter der oberen Paludinenschichten als älteres Pliocän bestimmt, und dass die Belvedereschichten nicht jünger als die Paludinenschichten sein, sondern höchstens der unteren oder mittleren Abtheilung derselben entsprechen können.

58. Über den geologischen Bau der Insel Kos und über die Gliederung der jungtertiären Binnenablagerungen des Archipels. Denkschriften, 40. Bd., S. 213—308. Mit einer geol. Karte und zwei Tafeln. (Man vergl. Nr. 41.)

Enthält auch einen Überblick über die jungtertiären Binnenablagerungen Südost-Europas und Vergleiche mit äquivalenten Ablagerungen in Österreich-Ungarn, Italien und Südfrankreich. Die levantinische Stufe ist ein Äquivalent des älteren marinen Pliocän. Auch ein Beitrag zur Geschichte des östlichen Mittelmeerbeckens wird gegeben und dargelegt, dass in dem jetzt offenen ostmediterranen Becken in der jüngeren Tertiärzeit Terrainerhebungen existierten, welche das Meer begrenzten und von den Süßwasserseen schieden, und dass Gebirgszüge weit über den heutigen Wasserspiegel hervorragten.

Auch auf Kos wurden Formenreihen unter den Paludinen und Melanopsiden nachgewiesen, deren Herausbildung auf langwährende gleichmäßige und ununterbrochene Umwandlung hindeuten. Die Verschiedenheit der Formen in naheliegenden, aber getrennten Bezirken ist auffallend.

Digitized by Google

59. Geologische Beobachtungen im Gebiete des thessalischen Olymp. Denkschriften, 40. Bd., S. 315—320. (Man vergl. Nr. 45.) 1879.

60. Geologische Untersuchungen über den nördlichen und östlichen Theil der Halbinsel Chalkidike. Denkschriften, 40. Bd., S. 328—339. (Man vergl. auch Nr. 44 und 45.) Mit einem geologischen Profil.

Chloritschiefer erscheint als das älteste Glied der Schiefereihe, eine Antiklinale bildend. Der Marmor des Berges Athos zeigt Einschaltungen von Chloritschiefer. Die tektonischen Verhältnisse werden durch zwei Hauptniveaubewegungen erklärt: zuerst eine Faltung, die von Südwest nach Nordost streicht, und dann später durch die darauf normalstehende Aufrichtung, die der Richtung des dinarischen Systems entspricht.

61. Die jungen Ablagerungen am Hellespont. (Mit Frank Calvert.) Denkschriften, 40. Bd., S. 357—378.

Über den marinen sarmatischen Schichten (Mactrakalke) folgen Gerölle und Sand mit Landsäugethieren (Fauna von Pikermi). Der Einbruch des Meeres erfolgte erst in der Diluvialzeit (marines Pliocän fehlt hier). In den betreffenden jungen Ablagerungen fand sich ein geschlagenes Steinmesser!

62. Überblick über die geologischen Verhältnisse eines Theiles der ägäischen Küstenländer. (Mit Al. Bittner und Fr. Teller.) Denkschriften, 40. Bd., S. 379—415. Mit einer geol. Übersichtskarte des festländ. Griechenland, einer solchen der nordwestl. Küstenländer des ägäischen Meeres und einer tektonischen Übersichtskarte. Der tektonische Theil ist von Neumayr bearbeitet.

Die kleine tektonische Übersichtskarte gibt mit einem Blick an, wo, wie im Pindus, Parnass, Helikon, Kythäron oder im Othrys, Öta und in den ziragiotischen Bergen die Kammlinien mit den Streichungsrichtungen übereinstimmen oder wie auf den östlichen Halbinseln von Chalkidike, im thessalischen Küstengebirge auf Euböa und im Pentelikon und Hymettos einander bis zur Normalstellung durchqueren,

Digitized by Google

1879. sie lässt uns auch die Hauptbruchlinien verfolgen. Die ostwestlich und südwest-nordöstlich gerichteten Falten im Osten gehören als äußerstes Westende einem Gebirge an, dessen Aufrichtung früher erfolgte als jene des Pindussystems (im Westen und Nordwesten), dessen Verwerfungen jedoch tektonisch dem letzteren angehören.

63. Paläontologie und Descendenzlehre. Verhandl., S. 83—88.

Discussion als Entgegnung gegen Einwürfe (von Th. Fuchs), dass die geologisch-paläontologischen Thatsachen mit der Descendenzlehre nicht übereinstimmen.

64. Tertiäre Binnenmollusken aus Bosnien und der Hercegovina. Jahrb., S. 463—488. Mit einer Tafel, als V. Theil der Grundlinien der Geologie von Bosnien-Hercegovina. (Man vergl. Verhandl. 1880, S. 90.)

Echte Congerienschichten von Tuzla, Kalke mit *Congeria banatica, Melania* und *Melanopsis,* Kohlen und dunkle Thone, welch letztere den dalmatinischen Melanopsidenmergeln ähnlich sind (Nr. 8). Die Ablagerungen in localisierten kleinen Becken scheinen sarmatischen Alters zu sein.

1880. 65. Die Mittelmeerconchylien und ihre jungtertiären Verwandten. Jahrb. der deutschen malacolog. Gesellsch., Heft 2.

Plan einer Geschichte der jetzt lebenden Mittelmeerconchylien bis zurück ins untere Miocän.

66. Über das Alter der Salzgitterer Eisensteine. Brief an W. Dames. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. S. 637, 638.

Dieselben reichen höher hinauf als bisher angenommen worden war (vielleicht bis zu den Gargasmergeln).

1881. 67. Morphologische Studien über Echinodermen. Sitzungsberichte d. k. Akad. d. Wiss., 84. Bd., 33 S. Mit drei Tafeln.

Die Beziehung der einzelnen Classen zu ihrer geologischen Entwicklung wird zu geben gesucht. Die Cystideen

Digitized by Google

stellen die Grundform der Stachelhäuter dar. Seelilien und Seeigel erscheinen als die äußersten Extreme der fossil näher bekannten Echinodermen. Zwischen- und Verbindungsglieder werden aufgestellt *(Cystocidaris, Palaeodiscus, Mesites).* Auch die embryonalen Studien werden berücksichtigt. 1881.

68. Die krystallinischen Schiefer in Attika. Zeitschrift der Deutschen geol. Gesellsch., S. 454—464.

Streitschrift gegen A. Bücking, der die Richtigkeit der Annahme so jungen Alters für die krystallinischen Schiefer bezweifelte. (M. vergl. Nr. 38, 45, 47, 55).

69. Über den Lias im südöstlichen Tirol und in Venetien. Neues Jahrbuch I, S. 206—226.

Eingehende Kritik einer Arbeit Taramelli's über dieses Gebiet, welcher den sogenannten grauen Kalk (man vergl. Nr. 18) dem Dogger zurechnen wollte.

70. Über einige von B. Vereschagin gesammelte Kreide-Ammoniten aus Turkestan. Verhandl., S. 325 und 326.

Zwei auf Aptien deutende Formen aus der Gegend von Merw.

71. Theorien über die Zukunft der Erde. Vortrag im Vereine zur Verbreitung naturwissenschaftl. Kenntnisse, gehalten am 14. December 1881., 22. Bd. (1882), S. 109—136. 1882.

Kritische Beleuchtung einiger Hypothesen über den Verbrauch der die Lebensbedingungen für die organische Welt bildenden Stoffe. Den Vergleichen mit dem Mars, mit dem Monde wird die Vesta mit ihrer Lufthülle gegenübergestellt. Die Niveauschwankungen wirken der Ausebnung infolge der Erosion und Denudation entgegen.

72. Über *Loriolia,* eine neue Echinidengattung. Zeitschrift der Deutschen geol. Gesellsch., S. 570—573.

Ein Verbindungsglied zwischen regulären und irregulären Seeigeln.

Digitized by Google

1882. 73. Über Ammonitiden aus den Hilsbildungen Norddeutschlands. Paläontographica, Bd. 27, S. 129—203. Mit 41 Tafeln.

Eine große, mit V. Uhlig zusammen bearbeitete Monographie, durch welche eine erschöpfende Darstellung dieser reichen Ammonitidenfauna gegeben und eine empfindliche Lücke der einschlägigen Literatur ausgefüllt wurde.

74. Über einige Fossilien aus der Uitenhaage-Formation in Südafrika. Denkschriften, 44. Bd., S. 267—276. (Mit Holub.)

Formen, die mit Hilsarten aus den norddeutschen Hils in Vergleich gebracht werden, wie sie auch aus Thibet, Japan und dem Petschoralande bekannt geworden sind, ohne dass eine vollkommen übereinstimmende Form vorläge.

75. Über den alterthümlichen Charakter der Tiefseefauna. Neues Jahrbuch, I, S. 123—131.

Spricht sich gegen die Annahme eines alterthümlichen Charakters der Tiefsee aus, besonders mit Rücksicht auf die bei den Tiefseeforschungen aufgefundenen Echinodermen. Die allerältesten Typen fehlen der Tiefsee ganz, mesozoische Gattungen sind am besten in der continentalen und litoralen, am schwächsten in der abyssischen Region vertreten.

76. Die diluvialen Säugethiere der Insel Lesina. Verhandl., S. 161.

Die zahlreichen Pflanzenfresser auf Lesina (Rhinoceros, Pferd, Rind, Hirsch) sprechen für die Richtigkeit der Annahme, dass der dalmatinische Archipel bis in die jüngste Zeit (bis ins Diluvium) Festland war.

77. Zur Geschichte des östlichen Mittelmeerbeckens. Sammlung gemeinverständl. wissenschaftl. Vorträge, (R. Virchow und Fr. v. Holtzendorff), Heft 392. (Man vergl. Nr. 58, 59, 60.)

Form und Umfang des östlichen Mittelmeerbeckens entstammen einer sehr jungen Zeit. Eine Verbindung mit Afrika hat seit dem älteren Miocän nicht oder kaum bestanden.

Digitized by Google

Während der Diluvialepoche erfolgten die großen Einbrüche zwischen Griechenland und Kleinasien. 1882.

78. Über einen aus vier Wirbeln und zwei Rippen bestehenden Saurierrest aus den Raibler Schichten von Windisch-Bleiberg und über *Eupleres*, ein lebendes Raubthier von Madagascar, das an die Creodonten Copes anschließt, sprach Neumayr in der Sitzung der Deutschen geol. Gesellsch. am 21. August 1882. Zeitschrift, S. 663.

79. Morphologische Studien über fossile Echinodermen. Sitzungsberichte d. k. Akad. d. Wiss., 84. Bd. Mit zwei Tafeln. Eine vergleichend-paläontologische Arbeit.

Ein Trias-Seeigel (von St. Cassian) vereinigt Merkmale der Archäocidariden, Cidariden, Diadematiden und Saleniden.

80. Zur Morphologie des Bivalvenschlosses. Sitzungsberichte d. k. Akad. d. Wiss., 88. Bd., I. Abth., Juliheft, S. 385—418. 1883.

Neumayr unterscheidet die Bivalven in Heterodonten mit dem normalen Schloss, in Taxodonten mit Zahnreihen und in Desmodonten ohne Zähne oder mit Zähnen, die im innigsten Anschluss an die Ligamentträger entwickelt sind, und gliedert die Bivalven nach dem Bau des Schlosses in fünf Ordnungen: *Palaeoconchae* (Cryptodonten) ohne Schlosszähne mit zwei gleichen Schließmuskeln, Desmodonten, Taxodonten, Heterodonten und Anisomyarier (Dysodonten) ohne oder mit sehr unregelmäßigen Zähnen, mit ungleichen oder nur einem Schließmuskel.

81. Über klimatische Zonen während der Jura- und Kreidezeit. Denkschriften, 47. Bd., S. 276—310. (Mit Karte.)

Neumayr unternahm es, auf Grund der bekannten Thatsachen die klimatischen Zonen während der Jura- und Kreideperiode zu verfolgen. Europa war zum großen Theil vom Meere eingenommen, und zwischen dem mitteleuropäischen und alpinen Meere einer- und dem borealen Jurameere anderer-

Digitized by Google

1883. seits lagen breite Festlandsmassen, über welche durch schmale Kanäle zeitweise eine Verbindung der Meeresprovinzen hergestellt wurde. Zwei klimatische Provinzen bestanden. Das boreale Jurameer (Grönland, Dakota, Aleuten, Sibirien) hat sich bis nach Tibet erstreckt und reichte daselbst an das tropische indische Jurameer hinan. Zwischen dem alpinen und mitteleuropäischen Jurameere bestand ein provinzieller Unterschied. Besonders scharf ist der Gegensatz beider Provinzen während des Neocom, obwohl sie z. B. in der Schweiz und in Südfrankreich in fast unmittelbarer Nähe nebeneinander lagen, ja in offener Meeresverbindung miteinander standen. (Warmwasserströmung in der südlichen Provinz?) Die klimatischen Grenzen dürften im großen und ganzen dem jetzigen Äquator parallel verlaufend anzunehmen sein und zeigen während Jura und Kreide große Beständigkeit. Es werden unterschieden: 1. eine boreale, 2. eine nördlich-gemäßigte (Mitteleuropa, Kaspi, Pentschab, Californien), 3. eine äquatoriale Zone (mediterrane, alpine Provinz, Krim, Kaukasus, Südindien, Äthiopien, Columbien, Karaiben, Peru) und 4. eine südlich-gemäßigte Provinz (Chile, Australien, Cap).

82. Über einige Süßwasser-Conchylien aus China. Neues Jahrbuch, II. Bd., S. 21—26.

Von der Expedition Széchénys durch Dr. Loczy mitgebrachte Conchylien bestätigen die Annahme einer nahen Verwandtschaft der neogenen Süßwasserconchylien Europas mit lebenden Formen von China und Nordamerika und führen zu dem Schlusse, dass dieselben aus einer gemeinsamen Wurzel entspringen.

83. Über Brachialleisten („nierenförmige Eindrücke") der Productiden. Neues Jahrbuch, II, S. 27—36. Mit einer Tafel.

Es wird eine neue Gruppierung vorgeschlagen, in Ecardines ohne Schloss und Armgerüst, Testicardines mit Schlosszähnen und ohne Armgerüst (Eleutherobranchia), oder mit freiem Armgerüst (Pegmatobranchia).

Digitized by Google

84. Über einige tertiäre Süßwasserschnecken aus dem Orient. Ebendas., S. 37—44. 1883.

Neue Formen von Kleinasien (Troja), Ätolien und Bosnien.

85. Der Bericht des Francesco del Nero über die Bildung des Monte Nuovo bei Neapel. Ebendas., S. 45—51.

Richtigstellung einiger Annahmen und Unklarheiten.

86. Die Thierwelt der Juraformation. Vortrag, gehalten im Vereine zur Verbreitung naturwissenschaftl. Kenntnisse am 9. Februar 1884. Schriften d. Vereins, 24. Bd., S. 383—427. 1884.

Die einzelnen Thiergruppen werden in Betracht genommen und der Schluss gezogen, dass das größte Maß von Abänderung und Fortschritt bei den jeweilig höchst organisierten Formen stattfindet. Auch wird betont, dass schon für Jura und Kreide klimatische Unterschiede bestanden haben müssen.

87. Die Intertrappean Beds in Dekan und die Laramiegruppe im westlichen Nordamerika. Neues Jahrbuch, I, S. 74—76.

Dass die beiden Süßwasserablagerungen sich am nächsten stehen, geht aus einem Vergleiche der betreffenden Süßwasserconchylien hervor. Ob dieselben Jura oder Kreide, bleibt eine offene Frage.

88. *Triglyphus* und *Tritylodon*. Neues Jahrbuch, I, S. 279 und 280.

Hinweis auf die nahe Übereinstimmung, die zwischen den Zähnchen eines südafrikanischen und eines mitteleuropäischen Triassäugethieres besteht.

89. Über die Mundöffnung von *Lytoceras immane* Opp.

In den von Mojsisovics und Neumayr gegründeten Beiträgen zur Paläontologie Österreich-Ungarns und des Orients, Bd. III, S. 101, Taf. XX wird diese trompetenartige Mundöffnung beschrieben.

Digitized by Google

1885. 90. Das Schiefergebirge bei Athen. Neues Jahrbuch, I, S. 151—153.

Ablehnung neuerlicher abweichender Darstellungen Bückings, der in einer neueren Schrift wenigstens einen Theil der metamorphischen Schichten in Attica (die Pentelikonschichten) als ältere Bildungen betrachten wollte. Neumayr parallelisiert die Schichtfolgen am Pentelikon und Hymettos.

91. Die geographische Verbreitung der Juraformation. Denkschriften d. k. Akad. d. Wiss., 50. Bd., S. 57—142. (Mit Karte.)

Es werden eine Reihe von Festländern angenommen: 1. der afrikanisch-brasilianische, 2. der sinisch-australische und 3. der nearktische Continent, 4. die skandinavische Insel, 5. der europäische Archipel (Irland, Wales, armorische Insel, Ardennen, iberische Insel, die corsische, böhmische, croatische, thrakische, westrussische und südrussische Insel), 6. die turanische und 7. die uralische Insel. Dazwischen liegen die Meere. Im Jura ist auf der nördlichen Hemisphäre ein Übergreifen des Meeres zu verzeichnen bis zum Oxford, dann beginnt der Rückzug desselben. Auf der südlichen Hemisphäre ist an eine Zunahme des Landes zu denken.

1886. 92. Über *Amaltheus Balduri* Keyserling und über die Gattung *Cardioceras*. Neues Jahrbuch, I, S. 95 bis 98.

93. Juraablagerungen von Waidhofen a. d. Ybbs. Verhandl., S. 348—351.

Vier verschiedene Horizonte werden unterschieden: Grestener Schichten, Klausschichten, Oberer Malm-Tithon- und Stramberger-Kalk (Tithon).

94. Erdgeschichte. I, Leipzig 1886, II, Leipzig 1887.

Diesem groß angelegten Werke, welches, in jedem Gebildeten verständlicher Form gehalten, auf voller Höhe der Wissenschaft steht und gewiss mit Recht als das beste dermalen existierende populäre Lehrbuch der Geologie bezeichnet wurde, hat Neumayr jahrelange hingebende Arbeit ge-

Digitized by Google

widmet, und es ist würdig, ein Volksbuch im wahren Sinne des Wortes zu werden. Auch die Ausstattung ist eine glänzende: fast tausend treffliche Textbilder und Aquarelltafeln und vier Karten beleben und erleichtern das Studium des reichen Inhaltes. 1886.

Der erste Theil, die allgemeine Geologie, gliedert sich in drei Hauptstücke: die physikalische Geologie (astronomisch-astrophysikalischer Theil), die dynamische Geologie und die Gesteinsbildung. Der zweite Theil behandelt die historische und topographische Geologie.

Wir betrachten die Erde im Weltraume, folgen dem Autor mit Vergnügen in seinen förmliche Monographien in compendiösester Form vorstellenden Betrachtungen über die Vulcane, die Erdbeben, die Gebirgsbildung, die Wirkungen von Wasser und Luft, über die Eigenschaften und Bildungsweisen der Schichtgesteine, Massengesteine und der in Bezug auf ihre sichere Deutung noch immer gar manche Frage offen lassenden krystallinischen Schiefer. Auf diese Weise wird das mehr oder weniger sichere Fundament für die beschreibende Geologie erhalten, welche uns vertraut macht mit den Bildungen während der großen Phasen, die wir als „Formationen" zu bezeichnen pflegen. Mit besonderer Ausführlichkeit ist das Diluvium behandelt.

Greifen wir beispielsweise das Capitel über die Frage der Continentbewegungen heraus (I, S. 364 ff.). Der Verfasser hebt vorerst hervor, dass die Begrenzungen der Continente durch sehr „junge Äußerungen der gebirgsbildenden Kräfte in weitgehender Weise verändert" worden seien, und wird dadurch zu der noch viel umstrittenen Frage geführt, ob die Vertheilung der Continente in ihren Grundzügen beständig oder großen Veränderungen unterworfen gewesen sei. Er betont ferner die thatsächliche Erkenntnis, dass das Verhältnis zwischen Wasser und Land nicht immer das gleiche gewesen sei, daß sich dabei aber die Frage einstelle, ob das Land aufgestiegen oder die Wasseroberfläche sich zurückgezogen

Digitized by Google

1886. habe. Er erörtert aber auch all' die Schwierigkeiten, welche sich der Annahme von weitgehenden Niveauveränderungen der Festlandsmassen entgegenstellen, und kommt dabei auch auf die Beweise für große Niveauschwankungen im Norden, auf die Terrassenbildungen, zu sprechen, welche nur die zwei Wege der Erklärung offen lassen: entweder hat sich der Meeresspiegel in neuerer Zeit erniedrigt, oder es ist das Land aufgestiegen. Die norwegischen Terrassen liefern uns den Beweis, dass einst der Meeresspiegel so hoch gestanden haben müsse, dass all das von dem betreffenden Flusse ins Meer transportierte Schuttmaterial sich unter dem Wasserspiegel anhäufen konnte. Schuttmassen, die dann spätere Processe wieder theilweise abgetragen. Ähnliches liegt auch aus den „höheren Breiten" der südlichen Hemisphäre vor, wodurch wir zur Annahme gedrängt werden, dass entweder um die Pole eine allgemeine Hebung in ansehnlichem Betrage erfolgt sei, oder daß die Wassermassen des Nordens gegen den Äquator hin angehäuft, das Meeresniveau daselbst also gehoben worden sei. Compliciert werden die Erscheinungen noch durch die Ungleichmäßigkeit, mit der solche Veränderungen erfolgten und durch wirkliche oder vermeintliche Ausnahmen von der oben angeführten Regel. Fest steht dermalen nur, „dass sich die Lage der Strandlinie verändert; ob aber die Bewegung das Land oder das Wasser betraf, das ist noch nicht mit absoluter Sicherheit zu entscheiden".

Die Schwierigkeit der Erklärung dieser Vorgänge ist durch die neuerlich wieder in den Vordergrund getretenen Hypothesen der Wasserversetzung durchaus nicht behoben worden, und die Versuche, das mechanische Moment zu finden, haben zu Annahmen von veränderten Massenvertheilungen geführt, die durchaus nicht einfacher sind als jene, wonach die Festlandsmassen das in Bewegung Befindliche sein sollten. Der Verfasser gedenkt der betreffenden Versuche. Gebirgsbildung bedingt Massenvergrößerung der Continente und örtliches Ansteigen des Meeres; Abtragungen

Digitized by Google

der Festlandoberflächen (in 6000 Jahren um 0·3 Meter) erhöhen den Meeresgrund und bedingen ein Aufsteigen der Strandlinie; eigentlich verhältnismäßig nur minimale versetzende Kräfte. Schiaparelli hat die Möglichkeit einer Veränderung der Lage der Erdachse ausgesprochen, selbstverständlich würde dadurch eine „ziemlich entwickelte Verschiebung der Strandlinie eintreten". Zur Erklärung der in geologisch jüngster Zeit zum Vollzug gelangten Verschiebungen reicht dieses alles jedoch nicht entfernt hin. Die Eiszeit hilft auch nicht viel. Neuerlich hat Penck in dieser Richtung Speculationen angestellt. Die ganzen Polarregionen vereist, entzögen so gewaltige Wassermassen dem Oceane, dass schon dadurch ein allgemeines Sinken des Wasserspiegels die Folge sein müsste, der die infolge der vermehrten Massenanziehung erfolgenden Niveauerhebungen des Wasserspiegels an den Continenträndern kaum gleichgekommen sein dürften. Die Rechnungsergebnisse fielen übrigens anfänglich um ein beträchtliches zu groß aus. 1886.

Auch durch astronomische Bestätigungen ungestützte Annahmen von weitgehenden Veränderungen in der Umdrehungsgeschwindigkeit führen kaum zum Ziel und sind, da nichts dafür spricht, so ziemlich hinfällig: und doch sind allgemeine Hebungen, positive Bewegungen nach Suess, des Meeresniveaus zu gewissen Zeiten geologisch außer allen Zweifel gestellt, so z. B. jene zur Zeit der oberen Kreideablagerungen. Es geht dies so weit, dass man vollkommen veränderte Festlands- oder Continentsvertheilungen in den verschiedenen großen geologischen Zeiträumen anzunehmen veranlasst wurde, während andere, und zwar besonders mehrere englische Geologen, die Festländer als etwas Beständiges auffassen möchten, die nur zeitweiligen Überschwemmungen ausgesetzt werden. Das Missverhältnis zwischen dem über das Niveau des Meeres Aufragenden gegenüber den vergleichsweise ungeheuren Meerestiefen würde dafür sprechen. (Man könnte vergleichsweise an die heutige

Digitized by Google

1886. seichte Überflutung des Plateaulandes zwischen den britischen Inseln und Nord- und Nordwesteuropa denken, ja, und wenn eingewendet würde, dass „wir Ablagerungen aus großen Meerestiefen auf dem Festlande kennen“ und dass dies gegen die erwähnte Annahme spreche, so könnte man diesbezüglich bei dem von uns erwähnten Beispiele bleiben und darauf hinweisen, dass jenes Plateau — es ist dies eine der merkwürdigeren Erscheinungen, die wir im Relief der Erde kennen — eine schmale, um die norwegische Halbinsel herumziehende, fast halbkreisförmige Depression aufweist, mit ganz unvermittelten Tiefenunterschieden bis zu 600 Meter. Ja, diese schmale unterseeische Depression, „die norwegische Rinne“, weist auch, was ihre Sedimentablagerungen anbelangt, die auffallendsten Unterschiede auf, gegenüber jener über dem untergetauchten Plateaulande am Grunde des deutschen Meeres. Diese lange Furche wäre man versucht mit den pelagische Charaktere bietenden, zonenförmig zwischen subpelagischen verlaufenden, eigenartigen, grell unterschiedenen geologischen Ablagerungen inmitten von Europa zu vergleichen F. T.)

1887. 95. Über die Beziehung zwischen der russischen und der westeuropäischen Juraformation. Neues Jahrbuch, I, S. 70—88. (M. vergl. Nr. 91).

Vertheidigung seiner Ansichten über die Verbreitung der Jurameere in Russland gegen Angriffe von Seite Nikitins, der vor allem die Annahme eines Gegensatzes in den russischen Jurabildungen zwischen russisch- (borealen) und südrussisch-mitteleuropäischen Ablagerungen bestreitet. Neumayr modificiert nur seine Vorstellung über die Verhältnisse im Uralgebiete, in der Hauptsache sieht er keinen Grund ein, von seiner Ansicht abzugehen.

96. Über Trias- *(Arcestes* und *Halobia)* und Kohlenkalkversteinerungen (*Productus* und Fusulinen) aus dem nordwestlichen Kleinasien (Provinz Karassi). Notiz im Anzeiger d. k. Akad. d. Wiss. XXII.

Digitized by Google

97. Die natürlichen Verwandtschaftsverhältnisse der schalentragenden Foraminiferen. Sitzungsberichte d. k. Akad. d. Wiss., 95. Bd., S. 156—185. 1887.

Ein natürliches System der Foraminiferen. Kalkschalige und sandschalige Parallelformen bei einfacheren Typen, das Fehlen der letzteren bei den meisten höher entwickelten Gruppen. Die sandschaligen Formen werden als Stammformen bezeichnet.

98. Über geographische Verbreitung von Jura- und Kreideschichten. Neues Jahrbuch, II, S. 279 u. 280.

Weist auf das Fehlen der oberen marinen Kreide nördlich vom 60.° n. Br. hin, dagegen sei der oberste Jura und die unterste Kreide in der alpinen und mitteleuropäischen Zone nur spärlich vertreten, während sie im Norden eine so weite Verbreitung besitzen.

99. Reste von *Listriodon* aus dem Leitha-Kalke Verhandl., S. 302.

100. Über recente Exemplare von *Paludina diluviana* Kunth. und andere Conchylien von Sulina. Ebendas. S. 303.

Die aus dem norddeutschen Diluvium bekannt gewordene Form lebt noch an der unteren Donau.

101. Pliocäne Meeresconchylien aus Ägypten (von Wadi Mellaha bis Gizeh). Verhandl., S. 350—354.

Mediterraner Faunencharakter der früher für quartär gehaltenen Fauna, vorübergehende Verbindung mit dem rothen Meere erscheint wahrscheinlich. Die Kleinheit der Formen wird auf größeren Salzgehalt der betreffenden pliocänen Meeresbucht zurückgeführt.

102. Ketten- und Massengebirge. Zeitschrift des D. u. Österr. Alpenvereins, XIX, S. 1—24. 1888.

Die tiefsten Meeresstrecken hoben sich zu den höchsten Gebirgen der alten Welt.

103. *Hyopotamus*-Reste von Eggenburg. Verhandl., S. 283—285.

Digitized by Google

1888. Damit tritt Neumayr in den Streit über die Altersverschiedenheit oder Altersgleichheit der alpinen und außeralpinen Mediterranbildungen ein und stellt sich auf die Seite der Verfechter der ersteren Ansicht. *Hyopotamus* kennt man bisher aus dem alpinen Wienerbecken nicht.

104. Aus dem Nagy Hagymasgebirge. Jahrb. d. siebenbürg. Karpathenvereins VIII, S. 28—38.

1889. 105. Die klimatischen Verhältnisse der Vorzeit. Vortrag, gehalten den 2. Jänner 1889 im Verein zur Verbreitung naturwissenschaftl. Kenntn., Schriften XXIX. Bd., S. 231—275.

Die Temperaturveränderungen werden offenbar durch kosmische Einflüsse bedingt. Ob sie durch Veränderungen auf der Sonne zu erklären, sei noch eine offene Frage.

106. Über Bergstürze. Zeitschrift des D. u. Österr. Alpenvereins, S. 19—56.

Es wird in diesem Aufsatze auch auf das Problem der Terrassenbildung eingegangen und die Möglichkeit erörtert, dass die Stufen oder Terrassen der Thalwege mit Bergstürzen in Zusammenhang zu bringen seien.

107. Über einige Belemniten aus Centralasien und Südafrika und über den Canal der Belemniten. Verhandl., S. 52—56.

Mittheilungen über in London studierte außereuropäische Jura- und Kreidebelemniten. Boreale Formen aus der chinesischen Tartarei und aus den Uitenhaageschichten Südafrikas.

108. Die Stämme des Thierreiches. I. Bd. Wirbellose Thiere. Wien und Prag, Tempsky, 1889. (VI, 603 S.) Mit 192 Textillustrationen.

Eine weitere Vertiefung gewisser Capitel des zweiten Bandes der Erdgeschichte (Nr. 94) ist das groß angelegte Werk, dem Neumayr die volle Kraft seiner letzten Lebensjahre widmete, und an dessen Fortsetzung er bis zum letzten Athemzuge thätig war, auch ganz darnach angethan, zu zeigen, wie weit eine Prüfung der Descendenz- oder Abstammungs-

Digitized by Google

lehre an den in den Erdschichten erhalten gebliebenen Über- 1889.
resten dermalen möglich ist. — Denn, wenn auch diese Reste nur unvollständig erhalten blieben, so dass wir die Lückenhaftigkeit dieser Art der Überlieferung bei ihrem Studium erst in ihrem vollen Maße erkennen, so geht von ihnen doch, wie der Verfasser sich ausdrückt, „ein Strom von Licht aus, das auch auf andere Wissensgebiete, vor allem auf die Zoologie eine fördernde Wirkung ausübt, namentlich in jenen Fragen, . . . die mit der Abstammung der Organismen zusammenhängen".

Neumayr erörtert vorerst an treffenden Beispielen die Frage nach der Unbeständigkeit der Arten, indem er die Formenreihen ins Auge fasst, wie sie beispielsweise bei manchen lebenden Gastropoden bekannt geworden sind; er geht dann auf die aus den Züchtungsversuchen sich ergebenden, auffallenden Formenverschiedenheiten ein und zeigt, wie, vom Standpunkt der Abstammungslehre aus betrachtet, die größten Räthsel der heutigen geographischen Verbreitung der Organismen begreiflich werden. Die paläontologischen Formenreihen, Übergangsformen („Mutationen") aus verschiedenen Zeiträumen, zum Unterschiede von jenen in derselben Schichte („Variationen"), so die Paludinenmutationen im slavonischen Jungtertiär oder in dem Graben zwischen der Stadt Kos und dem Cap Luro, sowie diejenigen gewisser Ammoniten des Jura führt Neumayr als die wichtigsten Beweise für die allmähliche Abänderung der Arten an und spricht sich trotz der Seltenheit solcher Reihen gegen die Meinung aus, dass Umgestaltungen von einer Art zur andern sich plötzlich, wie mit einem Schlage, vollzogen haben sollen („Umprägung"). Sehr treffend sind die Bemerkungen, die der Verfasser an die Betrachtung des Stammbaumes unseres Pferdes knüpft, indem er denselben im Geiste in der Zukunft weiterführt und zu dem Schlusse kommt, einem Paläontologen, der die zukünftige Entwicklungsform des Pferdes mit seinen Vorläufern, den Pferden unserer Zeit, zu vergleichen haben

Digitized by Google

1889. wird, werde es schwer fallen oder unmöglich sein zu sagen welches Glied unserer heutigen Pferdefamilie dieser Vorläufer gewesen sei. Ähnliche Fragen beschäftigen die Paläontologen jedoch auf Schritt und Tritt.

Auch die große Wichtigkeit der aus der Embryologie und der vergleichenden Anatomie sich ergebenden Beweise für die Abstammungslehre, die Bedeutung der natürlichen Zuchtwahl und des Kampfes ums Dasein, der Anpassungsfähigkeit und Mimicry für die Abänderung, sowie die Schlüsse, welche die rudimentären Organe auf vollzogene Änderungen zu ziehen gestatten, werden ausführlich erörtert.

Der Verfasser, wenngleich ein enthusiastischer Anhänger der Darwin'schen Theorie, zieht doch auch die Schwierigkeiten, welche manche Forscher bewegen, eine gewisse Reserve zu beobachten, mit in den Kreis seiner Besprechungen. So werden die die Annahme des Gesetzes des steten Fortschrittes zu immer Vollkommenerem („Vervollkommnungsgesetz") erschwerenden zahlreichen rückschreitenden Typen besprochen. Die Nothwendigkeit der Annahme von räumlicher Absonderung oder Isolierung zur Erklärung der Bildung neuer Arten wird verneint. Dagegen wird der individuellen Abweichungen, wie sie aus der Wechselbeziehung zwischen äußeren mechanischen Einflüssen und dem Baue der Organismen entspringen, ausführlich gedacht, und dieselben werden an neuen Beobachtungsergebnissen erläutert. So wird z. B. unter anderem das Auftreten von verschiedenen „Gattungscharakteren" an einem und demselben Ammonitenindividuum infolge einer Beschädigung der wachsenden Schale erwähnt. Es wird der merkwürdigen und rasch zum Vollzug kommenden Veränderungen gedacht, welche mit gewissen Krebsen *(Artemia)* vorgehen, sobald der Salzgehalt des Wassers sich ändert, oder jener Größenvariation, die sich mit den Teichhornschnecken *(Limnaeus)* vollzieht, sobald das Wasservolumen, in dem sie leben, sich vermehrt oder vermindert, sowie der Schalenverdickungen und Wulstungen, die sich bei südost-

Digitized by Google

europäischen pliocänen Süßwasserschnecken bei Eintritt gewisser Änderungen des Mediums einstellten u. s. w. Ausführlich wird der räthselhaften und zur Stunde noch unerklärlichen Umänderungen und Entwickelungen gedacht, die sich bei verschiedenen Classen von Organismen oder zu verschiedenen Zeiten in gleicher Weise vollzogen, und zu deren Erklärung man von manchen Seiten ein „inneres Entwicklungsgesetz", eine „phyletische Lebenskraft" annehmen zu müssen glaubte. Als Beispiel sei die so überraschend gleichartige Gliederung der Beutelthiere und der höheren Säuger angeführt: so der Insectenfresser, Raubthiere, Nager, Hufthiere u. s. w. 1889.

Neumayr zieht der Einführung von nichtssagenden Benennungen das offene Eingeständnis vor, dass wir bei derartigen Fragen, vorläufig wenigstens, an der Grenze unseres Wissens angelangt seien, ebenso wie bei den nicht minder merkwürdigen Erscheinungen des Aussterbens ganzer Formenreihen, wie es sich zu gewissen Zeiten vollzogen hat.

Der übrige Theil des Werkes behandelt die Haupttypen des Thierreiches: die Protozoen, Cölenteraten, Echinodermen, Würmer und Molluskoiden (Bryozoen und Brachiopoden), wobei immer in erster Linie der Abstammung und Verwandtschaft der betreffenden Formen Rechnung getragen wird.

Wir wollen aus dem speciellen Theile das Capitel über die Echinodermen (Seeigel, Cystideen, Seesterne, Blastoideen und Seelilien) herausgreifen, welchem mehr als 150 Seiten gewidmet sind. Die in der heutigen Schöpfung vertretenen Classen derselben (Seeigel, Seesterne und Seelilien), die so wohl abgegrenzt erscheinen, hiengen in früheren Perioden durch gewisse Mittelglieder zusammen, ohne dass es aber möglich wäre, einen genaueren Stammbaum aufzustellen. Die Cystideen bilden den Knotenpunkt, die durch *Cystocidaris* Zittel (= *Echinocystites* W. Thoms.), eine leider nur schlecht erhaltene silurische Form aus England, mit den Seeigeln,

Digitized by Google

1889. durch *Palaeodiscus* (gleichfalls aus dem englischen Obersilur) aber mit den Seesternen verknüpft sind, während sie sich andererseits auch an die Seelilien und Knospensterne annähern. Die Cystideengattung *Mesites* aus dem russischen Untersilur wird als den Stammformen nahestehend zu betrachten sein. Cystideen, Blastoideen und Seelilien stehen sich wohl durch die Eigenschaft, Stiele zu besitzen, näher, doch hält Neumayr die Cystideen immer als Stammgruppe zwischen den übrigen gestielten und den ungestielten (Seesternen und Seeigeln) fest. Er sucht dann weiter nach entwicklungsgeschichtlichen Momenten zur Stütze. Er weist auf den Umstand hin, dass bei lebenden Typen, in einem gewissen Stadium der Entwicklung aus dem Ei, auf der Rückenseite der Larven elf Tafeln auftreten, die als ein Erbstück von einer älteren Stammform betrachtet werden könnten, wenngleich die Deutung dieser Täfelchen bei den verschiedenen Classen große Schwierigkeit bereite, so dass die Homologie wenigstens zwischen Seelilien einer- und Seesternen und Seeigeln andererseits nicht erwiesen werden kann.

Erwähnt sei vielleicht noch, dass Neumayr die bislang in der Regel als zu den Pteropoden gehörig betrachteten Tentaculiten, welche im oberen Silur ausnahmsweise so überaus häufig auftreten, einstweilen zu den Röhrenwürmern stellt, weil ihm dies als die immerhin wahrscheinlichste Deutung erscheint, da ja die Größe und Derbheit der kegelförmigen *Tentaculites*-Schalen, sowie deren kräftige Querringelung und das blasenförmige Unterende sie auf das bestimmteste von den zarten, glatten und winzigen Pteropodenschalen unterscheiden.

Schon aus den vorstehenden kurzen Andeutungen wird für unsere Leser der reiche Inhalt des monumental angelegten Werkes erhellen.

Schließlich sei noch angeführt, dass ein ausführliches Register den Gebrauch des würdig ausgestatteten Buches sehr erleichtert.

Digitized by Google

109. Über die geologische Gliederung Grie- 1889.
chenlands. Vortrag. Ausserordentliche Beilage III zu Nr. 8 der Monatsblätter des wissenschaftlichen Club.

110. Calostylis und die perforaten Hexacorallier. Neues Jahrbuch II, S. 44—53.

Vertheidigung einer Ausführung in den Stämmen des Thierreiches gegen einen Angriff Lindström's.

111. Über die Herkunft der Unionen. Sitzungsberichte d. k. Akad. d. Wiss., 98 Bd., I. Abth., S. 5—27.

Eine an Nr. 80 anschließende wichtige Arbeit, in welcher von der selbständigen Unterordnung der Heterodonten, den Trigoniden („Schizodonten" Steinmanns) ausgegangen wird, welchen Neumayr die Najaden oder Unioniden anschließt, als damit innigst verwandt, da nur sie Übereinstimmung im Schlossbau zeigen. Die Unionen sind durch das Leben im Süßwasser abgeänderte Nachkommen der marinen Trigoniden.

112. Über neuere Versteinerungsfunde auf Ma- 1890.
dagascar. Neues Jahrb. 1890 I, S. 1—9.

Die Belemniten sind vollkommen verschieden von jenen Südafrikas (Nr. 107): es sind Typen, die nur im äußersten Süden des mitteleuropäischen Gebietes und in der äquatorialen Region bekannt wurden. Ammoniten sprechen für Kelloway und Bath und tragen gleichfalls äquatorialen Charakter an sich.

113. Nach Neumayr's Tode erschien die größere Abhandlung: „Zur Geologie und Paläontologie von Japan", von M. Neumayr und E. Naumann verfasst, im 56. Bande der Denkschriften. Neumayr bearbeitete die von Naumann gesammelten Coelenteraten, Echinodermen und Mollusken aus dem japanischen Jura und besprach das Alter der japanischen Juraablagerungen. S. 27—40.

114. Kritische Bemerkungen über die Verbreitung des Jura. (Polemik gegen Nikitin). Neues Jahrbuch I.

115. Süsswassermollusken aus China. (M. vergl. Nr. 82).

Digitized by Google

1890. Wird im Reisewerke über die Graf Széchény'sche Expedition, in Budapest erscheinen.

116. Als Manuscript wurde die vollständige Bearbeitung des Abschnittes über die Bivalven für den II. Band der Stämme des Thierreiches vorgefunden.

117. Neumayr's letzte Arbeit endlich, an der er noch bis an sein Lebensende sich beschäftigte besteht in einer Bearbeitung von Jurafossilien mit mitteleuropäischem Character aus dem Kaukasus, die von dem verewigten H. Abich, kaiserl. russ. Staatsrath gesammelt worden sind.

Digitized by Google

Die Versuche von H. Hertz

über den

Zusammenhang von Licht und Elektricität.

Von

Dr. Ernst Lecher.

Vortrag, gehalten den 19. Februar 1890.

Mit 5 Abbildungen im Texte.

Digitized by Google

Digitized by Google

Im Laufe der letzten zwei Jahre haben eine Reihe von Versuchen eines deutschen Physikers, H. Hertz, derzeit Professor in Bonn, großes und berechtigtes Aufsehen erregt. Diese Arbeiten sind einerseits sehr umfangreich, andererseits auch nur dem Fachmanne zugänglich, so dass es ganz ausgeschlossen erscheint, dieselben hier voll zu würdigen und in ihrer Gesammtheit zu behandeln. Ich will daher in dieser geehrten Versammlung einen nur kleinen, aber gewiss nicht den unwichtigsten Theil der Hertz'schen Arbeiten zur Sprache bringen: jene Versuche nämlich, durch welche Hertz den schon von Maxwell theoretisch geahnten Zusammenhang von Licht und Elektricität experimentell zu klären sucht. Es ist selbstverständlich, dass ich Ihnen von der Maxwell'schen Lichttheorie und von den diesbezüglichen Arbeiten von Hertz nur eine in den rohesten Contouren gehaltene Skizze vorführen und nur einen einzigen Hauptpunkt, der allerdings der wichtigste sein dürfte, eingehender zu erklären versuchen werde.

Wenn wir von einem Zusammenhange zwischen Licht und Elektricität sprechen, so denken wir dabei

Digitized by Google

selbstredend nicht an jene Erscheinungen, bei welchen, wie beim elektrischen Funken oder bei der elektrischen Beleuchtung, einfach die elektrische Energie, die elektrische Arbeitskraft, verschwindet und dafür Wärme oder Licht zum Vorschein kommt; wir meinen vielmehr den tiefer liegenden Zusammenhang von dem, was wir unter dem Wesen des Lichtes, und von dem, was wir unter dem Wesen der Elektricität verstehen.

Im Laufe der letzten Jahrzehnte sind unserer Wissenschaft eine große Anzahl von bedeutsamen Vereinfachungen gelungen: die Wärme wurde dargestellt als eine Art der Bewegung, Gleichheit von statischer und galvanischer Elektricität bewiesen, und gezeigt, dass die Wirkungen eines Stromes und eines Magneten nach außen hin dieselben sind. Und nun scheint man auf dem besten Wege, das Licht als Anfangs- oder Schlusscapitel der Elektricitätslehre unterzuordnen. In den Sechzigerjahren veröffentlichte der Engländer Maxwell eine Reihe von Arbeiten, welche in mathematischer Weise die vom großen Experimentator Faraday in die Elektricitätslehre eingeführten Ideen zu erweitern und zu verallgemeinern suchten. Es gelang Maxwell, eine Gattung von elektrischen Erscheinungen zu definieren, welche ganz und gar geeignet waren, die oft sehr schwer verständlichen Lichtwellen der Optiker zu ersetzen. Wir alle wissen, dass ein Lichtstrahl, der den luftleeren und von gewöhnlicher Materie vollständig freien Raum durchfliegt, in einer raschen Wellenbewegung eines unbekannten Etwas

Digitized by Google

besteht, welches man Äther getauft hat. Damit dieser Äther Wellen, wie die des Lichtes, gestatte, mussten ihm die Optiker Eigenschaften eines festen Körpers geben, während andererseits durch eben denselben Äther die Planeten ganz widerstandslos hindurch kommen. Über diesen Widerspruch nun gelingt es mit Hilfe der Maxwell'schen Lichttheorie hinwegzukommen. Maxwell sieht die Wirkung der elektrischen und magnetischen Kräfte, die ja auch im luftleeren Raume statthaben, an irgend ein unbekanntes Etwas gebunden, und die Idee ist naheliegend, denselben Äther, den bereits der Optiker braucht, auch zum Träger der elektrischen Erscheinungen zu machen.[1]) Maxwell zeigte, dass, wenn in irgend einem Leiter ein elektrischer Strom sehr rasch hin und her schwankt, sich im Raume eine Art von magnetischer Wellenbewegung herstellen müsse, welche genau alle Eigenschaften einer Lichtwelle besitzt, welche — neben vielen anderem, auf das ich heute nicht eingehen kann — auch mit der Geschwindigkeit des Lichtes,

---

[1]) Dazu kam noch eine weitere ganz merkwürdige Übereinstimmung. Da ja, wie wir bereits erwähnt, elektrische und magnetische Wirkungen die nämlichen sind, so kann man alle die einschlägigen Grössen entweder mit Hilfe eines elektrischen oder eines magnetischen Grundmasses messen, und die Zahlenwerte, zu welchen man auf diesem oder jenem Wege gelangt, unterscheiden sich durch einen bestimmten Factor, welcher Factor genau den Grössenwert der Lichtgeschwindigkeit hat.

Digitized by Google

d. i. 300.000 *km* per Secunde, sich fortpflanzen müsse. Es wäre dann eine derartige elektrische Welle identisch mit einer optischen.

Hertz glaubt nun, dass es ihm gelungen sei, den experimentellen Beweis, der ja nach dem Vorausgehenden von kolossaler Tragweite wäre, dafür erbracht zu haben, dass eine elektro-magnetische Störung mit Lichtgeschwindigkeit im luftleeren Raume sich fortpflanze. Da dieser Theil der Hertz'schen Arbeit allgemein und auch von ihm selbst in seiner schönen Heidelberger Rede als der bedeutendste hingestellt wird, so wollen wir uns heute ausschließlich mit ihm beschäftigen und uns nun die bestimmten Fragen vorlegen:

1. Wie erzeugt Hertz eine solche elektro-magnetische Welle?

2. Wie misst er ihre Fortpflanzungsgeschwindigkeit?

Jetzt müssen Sie mir leider gestatten, einige Begriffe aus dem Gebiete der Wellenlehre in Ihrer Erinnerung aus vergangenen Schultagen wieder aufzufrischen. Wenn Sie einen langen Draht gespannt haben, denken wir uns z. B. einen jener Drähte, mit welchem die Anlagen in unserem Stadtparke umfriedet sind, und Sie schlagen mit einem Stocke rasch auf denselben, so merken Sie, dass diese Erschütterung, die Sie dem Draht durch das Anklopfen geben, sich mit einer gewissen Geschwindigkeit längs dem Drahte fortpflanzt. Genau dasselbe — diesmal aber pheripherisch

Digitized by Google

nach allen Seiten hin — tritt auch ein, wenn Sie einen Stein in ein Wasser werfen; die Wellen breiten sich in der bekannten Weise kreisförmig nach allen Seiten aus. Man nennt dann Geschwindigkeit der betreffenden Welle jene Geschwindigkeit, mit der dieselbe sich längs dem Drahte bewegt oder auf der Wasseroberfläche sich ausbreitet (unter Geschwindigkeit den in einer Secunde zurückgelegten Weg verstanden). Es ist klar, dass ich mehrere solcher Erschütterungen hintereinander aussenden kann. Würde ich z. B. den Anfang unseres Drahtes mit einer schwingenden Feder in Verbindung bringen, so ist sicher, dass jede Hin- und Herbewegung des Drahtendes sich mit derselben Geschwindigkeit wie früher fortpflanzt, und dass wir eine Reihe von in gleichen Entfernungen hintereinander hereilenden Wellenbergen zu sehen bekommen werden; der Draht wird dann so aussehen wie da die Linie schwarzer Knöpfe in diesem kleinen Modelle. Sie sehen hier eine Reihe von gleichmäßig durch Thäler getrennten Bergen und dieselben eilen mit einer gewissen Geschwindigkeit von links nach rechts. Fast könnte man glauben, wenn man so oberflächlich hinsieht, als nehme der Wellenberg wirklich an dieser Wanderung theil. Ich will nun einmal, ohne die Bewegung zu sistieren, die eine Kugel roth machen, und Sie sehen, dass diese rothe Kugel hinauf und hinunter geht, dass daher die fortschreitende Bewegung eine nur scheinbare ist. Während diese rothe Kugel einmal hinauf und hinunter geht,

Digitized by Google

während eben dieser Zeit ist die scheinbare Bewegung des Wellenberges nach rechts weiter gegangen. Die rothe Kugel ist jetzt wieder genau an der alten Stelle; die Zeit, die sie dazu gebraucht hat, um einmal auf- und abzugehen, um eine Schwingung zu vollenden, nennt man die Schwingungsdauer. Während dieser Zeit ist der Wellenberg so weit nach rechts gegangen, dass er dann genau an Stelle des zweiten Wellenberges steht; das Gesammtbild ist ja nach Schluss dieser Zeit genau das gleiche wie am Anfange. Den Abstand zweier Wellenberge von einander nennt man die Wellenlänge, und Sie sehen nun, dass wir unsere eben gemachte Beobachtung so aussprechen können: während einer Schwingungsdauer rückt die Wellenbewegung um eine Wellenlänge — scheinbar — weiter. Wenn ich bei einer Bewegung den Weg kenne und die Zeit, die dabei verbraucht wird, so lässt sich die Geschwindigkeit, d. h. der in einer einzelnen Secunde zurückgelegte Weg leicht berechnen. Wenn der Schall z. B. zur Zurücklegung von 1000 *m* drei Secunden beansprucht, so theile ich den Weg durch die Zeit und weiß nun, dass 1000 *m* : 3 der in einer Secunde zurückgelegte Weg oder die Geschwindigkeit des Schalles ist. Bei unserer Wellenbewegung war der Weg gleich der Wellenlänge und die dazu gebrauchte Zeit gleich der Schwingungsdauer. Wenn ich daher die Wellenlänge dividiere durch die Schwingungsdauer, erhalte ich die Geschwindigkeit, mit der die betreffende Wellenbewegung fortschreitet. Sie werden jetzt auch leicht ver-

Digitized by Google

stehen, dass ich die Geschwindigkeit einer Wellenbewegung kenne, wenn ich die Schwingungsdauer und die Wellenlänge kenne. Diese Methode, Geschwindigkeiten von Wellenbewegungen zu bestimmen, war in der Akustik vielfach angewendet, und zwar bediente man sich dabei sogenannter stehender Wellen. Ich habe hier einen einige Meter langen Kautschukstreifen (Fig. 1). Das eine Ende ist an der Wand befestigt, das andere halte ich in der Hand. Wenn ich nun an dem einen Ende darauf schlage, schreitet die Erschütterung

Fig. 1.

bis zur Wand fort und läuft von dort wieder zurück: sie wird reflectiert. Unter gewissen Umständen nun geschieht es, dass die einzelnen gegen die Wand rückenden Wellen und jene, welche von der Wand zurückkommen, sich in einer solchen Weise vereinigen, dass jene Erscheinung resultiert, welche man stehende Welle nennt. Sie sehen diese Erscheinung jetzt hier an dem Kautschukstreifen. Die Wellen, die ich mit meiner Hand errege, scheinen stille zu stehen; der Wellenberg verwandelt sich in ein Wellenthal, der Streifen an dieser Stelle geht auf und nieder, ohne dass man von jenem scheinbaren Vorrücken, wie wir es früher beobachtet, irgend etwas wahrnimmt. Ich

Digitized by Google

schwinge den Kautschukstreifen so, dass ein, zwei (wie in der Fig. 1), drei und jetzt vier Wellenberge neben einander auf und ab schwanken. Zwischen zwei solchen Bergen ist ein Knotenpunkt der Bewegung, wo der Streifen vollständig in Ruhe bleibt, und Sie sehen, wenn mein Gehilfe jetzt diesen Knotenpunkt berührt, stört er die schwingende Bewegung des Ganzen nicht im Geringsten.

Unsere Kenntnisse sind nun so weit, dass wir uns mit dem Begriffe einer elektrischen Schwingung, der sogenannten elektrischen Oscillation — natürlich auch wieder in leider nur oberflächlicher Weise — beschäftigen können. Es ist dies eines der interessantesten, wenn auch bisher etwas vernachlässigten Capitel der Elektricitätslehre, und es war das Studium derartiger Erscheinungen, mit welchen Hertz seine Epoche machenden Entdeckungen inaugurierte.

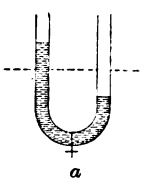


Fig. 2.

Versuchen wir es zunächst mit einer Analogie. Denken Sie sich (Fig. 2) ein communicierendes Gefäß. In beiden Schenkeln ist Wasser; dasselbe steht in einem Schenkel viel höher, so lange der Hahn bei *a* geschlossen ist. Mache ich den Hahn plötzlich auf, so wird sich die Niveaudifferenz ausgleichen. Dies wird aber — wie ein Versuch zeigt — erst nach einer Reihe von Schwankungen eintreten. Es werden die beiden Wassersäulen eine Zeitlang um die Gleichgewichts-

Digitized by Google

lage auf und ab oscillieren und erst allmählich zur Ruhe kommen. Ebenso wird eine Wasseroberfläche, welche aus irgend einer Ursache hin und her schwankt, nicht plötzlich glatt werden, sondern nur nach und nach sich ebnen.

Ganz ähnliches geschieht, wenn wir eine positiv und eine negativ elektrisch geladene Kugel einander gegenüberstellen und mittels eines Drahtes verbinden. Die Elektricitäten gleichen sich dann, wie Sie ja alle wissen, aus. Es geschieht dies aber in ganz derselben Weise, wie sich vorher die Höhendifferenzen des Wassers im communicierenden Gefäße ausgeglichen haben. Fast schiene es — es ist dies aus anderen Gründen sehr unwahrscheinlich — als wenn die Elektricität Trägheit hätte. Wenn der Überfluss an Elektricität auf der einen Kugel einmal ins Abfließen kommt, so fließt zu viel auf die andere Kugel über; dieses Zuviel strömt dann wieder auf die erste Kugel zurück, und zwar abermals zu viel, und dieser Vorgang wiederholt sich in rasch abnehmendem Maße einigemale. Auch wenn ich die beiden Kugeln so weit einander genähert hätte, dass ein Funke zwischen denselben überspringt, so würde in diesem Funken, der unserem Auge als einziger glänzender Lichtblitz erscheint, die Elektricität gleichfalls sehr rasch hin und her zucken und erst nach einiger Zeit würde ein vollständiger Ausgleich eingetreten sein. Man nennt einen solchen Vorgang eine elektrische Oscillation. Der Engländer Thomson hat schon vor langer Zeit das mathematische

Digitized by Google

Gesetz solcher Schwankungen berechnet, und es war auch möglich, experimentell die Richtigkeit seiner Formeln zu prüfen bis hinauf zu Schwingungen, welche 100.000mal in der Secunde stattfinden. Durch entsprechende Reduction der Apparate kann man die Schwingungen noch rascher machen, aber es ist dann unmöglich, dieselben zu zählen. Die Art und Weise, wie Hertz zur Erregung solcher Schwingungen vorgeht, zeigt der Apparat Fig. 3. Zwei Stanniolplatten *a b* stehen in einem Meter Entfernung einander gegenüber und sind mittels eines Drahtes verbunden. Der Draht ist in der Mitte getheilt. Lassen wir nun an der Unterbrechungsstelle des Drahtes einen kräftigen Funken überspringen, so besteht dieser Funke aus einer Reihe von Oscillationen. Die beiden Stanniolplatten laden sich abwechselnd positiv und negativ, und die Schwingungsdauer beträgt — unter der Voraussetzung, dass die Thomson'sche Formel auch hier noch Giltigkeit hat — etwa 10,000.000 per Secunde, d. h. wenn diese Oscillationen, deren nur einige wenige während des Überspringens des Funkens stattfinden, in gleicher Schnelligkeit eine ganze Secunde lang dauerten, so würden ihrer 10,000.000—100,000.000 auf eine Secunde kommen. Es ist daher auch im Momente des Funkensprühens die Erschütterung im Drahte eine ganz kolossale. Ich stelle nun den beiden Stanniolplatten *a* und *b* zwei andere *a'* und *b'* gegenüber

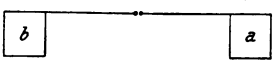


Fig. 3.

Digitized by Google

(Fig. 4), und von diesen Platten werden zwei parallele Drähte bis auf eine Entfernung von circa 5 *m* gezogen. (In der Figur verhältnismäßig kürzer gezeichnet.) — Wenn nun die Platte *a* abwechselnd positiv und negativ geladen wird, so wird die gegenüberstehende Platte *a'* ebenso oft influenziert. Genau der umgekehrte Vorgang findet in den beiden anderen Platten *b* und *b'*

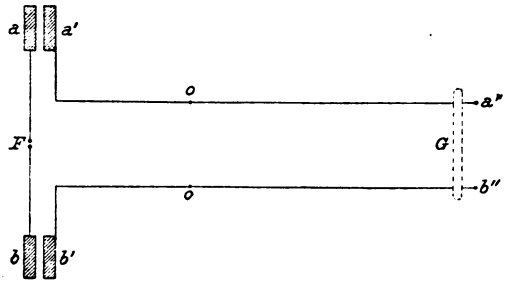


Fig. 4.

statt. Es wird daher aus dem langen Draht die Elektricität gegen die Platte *a'* gezogen und von der Platte *b'* in den zweiten langen Draht hineingedrückt, und dieser Zug und Druck wechselt nach $^1/_{10,0000\cdot000}$ Secunde seine Richtung. Wir haben somit an dem einen Ende der Drähte eine elektrische Kraft, welche in sehr rascher Weise die Elektricität in die Drähte hineindrückt und wieder herauszieht. Die Schwingungsdauer dieses Drückens und Ziehens kennen wir. Wenn es uns nun gelingt, im Drahte eine stehende Schwin-

Digitized by Google

gung mit einem Knotenpunkte aufzufinden, so haben wir auch die Wellenlänge bestimmt und können nach dem eingangs Gesagten die Geschwindigkeit berechnen, mit welcher die elektrische Erschütterung im Drahte sich fortpflanzt.

Ich habe in der Hilfszeichnung Fig. 4a die beiden Drähte parallel nebeneinander gezeichnet; a' und b' seien die Anfänge und a'' und b'' die Enden. Fassen

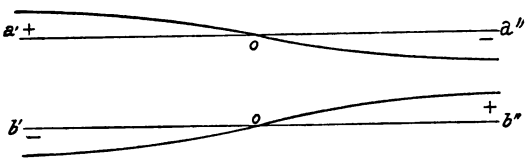


Fig. 4a.

wir nun einen gewissen Moment der Erscheinung ins Auge; nehmen wir an, wir könnten der elektrischen Bewegung plötzlich „Halt“ zurufen: so werden wir finden, dass in a' positive, in a'' negative Elektricität sitzt, während umgekehrt b' negativ, b'' positiv elektrisch ist. In der Mitte der Drähte haben wir weder positive, noch negative Elektricität. Nach der Zeit einer halben Schwingungsdauer ist alles umgekehrt; aber die Mitte der Drähte wird wieder unelektrisch sein. Es ist genau so wie früher bei unserem Kautschukstreifen, und in Fig. 4a stellt die gekrümmte Linie die Analogie mit dem Kautschukstreifen vor. Die beiden Enden der

Digitized by Google

Drähte schwanken entgegengesetzt elektrisch hin und her, die Mitte ist ruhig; und ebenso wie mein Assistent früher die Mitte des Kautschukstreifens angreifen konnte, so kann ich mittels eines Metallstreifens die entsprechenden Punkte der beiden Drähte überbrücken, ohne dass die elektrische Erscheinung gestört wird. Ich lasse nun in unserer Vorrichtung in F einen Funken überspringen. In die Nähe der beiden Enden a'' und b'' lege ich über die Drähte eine ausgepumpte Glasröhre G. Die elektrische Kraft dringt durch die Isolierung des Glases in den luftleeren Raum hinein und bringt denselben zum Leuchten. Wenn ich nun mit dem vorerwähnten Metallstreifen die Drähte an irgend einer Stelle verbinde, so hört das Leuchten auf: die elektrische Erscheinung ist gestört. Ich fahre jetzt mit diesem Streifen längs der Drähte hin und her bis zu einer gewissen Stelle o, und Sie sehen, die Röhre leuchtet hell auf: es sind also hier bei o Knotenpunkte, durch deren Berührung — wie vorhin gezeigt — die Erscheinung nicht gestört wird. Ich kürze jetzt beide Drähte gleichmäßig, indem ich vom Ende etwas abschneide, und Sie sehen, die Knotenpunkte verschieben sich in der Richtung gegen F hin, und durch Messung ergibt sich, dass die Länge der Verschiebung der Knotenpunkte gleich ist der halben Länge der abgezwickten Drahtstücke. Dieses schöne Experiment ist eigentlich etwas complicierter, als ich es Ihnen hier angebe, aber im großen Ganzen möge es als experimentelle Illustration dienen, wie man elektrische

Digitized by Google

Wellenlänge in einem Draht zeigen und messen kann.[1]) Die Art und Weise, wie Hertz dies gethan, ist derart, dass ich sie wohl einem Einzelnen, unmöglich aber einem größeren Auditorium sichtbar machen könnte.

Die Geschwindigkeit der Wellenfortpflanzung ist gleich der Wellenlänge dividiert durch die Schwingungsdauer, und würden wir die entsprechende Berechnung hier vornehmen, so kämen wir auf eine Größe, welche ungefähr — wenn wir auch noch den störenden Einfluss der Glasröhre und der umliegenden Gegenstände entfernen könnten — gleich ist der Lichtgeschwindigkeit.

Ich will nun die Platte a' und b' und die langen Drähte wegnehmen. Es bleibt nur mehr das stehen, was in Fig. 3 gezeichnet ist. Ich bringe meine ausgepumpte Röhre direct in die Nähe der Stanniolplatten oder in die Nähe des Funkens, und Sie sehen, mit welch brillantem Lichte dieselbe leuchtet. Ich bin

---

[1]) Obige Erklärung entspricht nicht vollständig dem Wesen des Experimentes. Ich möchte dieselbe als eine Art provisorische Erklärung bezeichnen. Wir haben bei den angegebenen Dimensionen in den Punkten o allerdings thatsächlich Knotenpunkte. Wenn ich aber die beiden Punkte o durch einen Draht verbinde, so entsteht zunächst eine Schwingung, welche, vom Funken ausgehend, über a und a', die beiden Punkte o und weiter über b' und b nach dem Funken zurückkehrt. Ich habe somit die primäre Schwingung vergrössert. Die zweite Schwingung geht von a'' über o bis b'', und eine nähere Besprechung derselben gehörte eigentlich in das Capitel der sogenannten elektrischen Resonanz.

Digitized by Google

jetzt in einer Entfernung von gut einem Meter von dem Funken. Die Röhre, die ich hier in der Hand habe, enthält keinerlei Metall und ist auch nicht mit den geladenen elektrischen Platten des Apparates verbunden; ich halte sie ganz frei in der Luft und doch leuchtet sie mit brillantem Lichte. Die raschen elektrischen Schwingungen pflanzen sich also durch die Luft fort. Wenn ich statt der Röhre diesen Drahtreif nehme, der an einer Stelle durchschnitten ist, so springen kleine Fünkchen an der Unterbrechungsstelle über. Ich gehe jetzt zurück bis auf eine Entfernung von circa 5 *m* und noch immer kann ich diese Fünkchen sehen. Hertz hat mit einem solchen Drahtreif den ganzen Raum um einen schwingenden Leiter untersucht und so die Gesetze gefunden, nach welchen sich solche Schwingungen fortpflanzen. Es wird im Äther eine elektrische Wellenbewegung erzeugt, und wenn man der erregenden oder primären Schwingung eine feste leitende Wand in mehreren Metern Entfernung gegenüberstellt, so wird die Wellenbewegung an dieser leitenden Wand reflectiert, genau so wie das Licht, und ganz ähnlich so wie die Schwingungen unseres Kautschukstreifens im Aufhängepunkte zu meiner erregenden Hand zurückgeworfen wurden. Wie es möglich war, im Kautschukstreifen einen Knotenpunkt oder eine Stelle zu finden, wo derselbe bewegungslos war, so hat Hertz auch mit seinem Drahtreif in verschiedenen Entfernungen von der Wand solche Knotenpunkte, wo keine elektrische Bewegung im Äther herrscht, dadurch

Digitized by Google

bestimmt, dass an diesen Stellen in seinem Drahtreif keine Funken übersprangen. Auf diese Weise kann man die Länge der elektrischen Wellen messen, die Schwingungsdauer der erzeugenden elektrischen Oscillation, vorausgesetzt, dass die Thomson'schen Formeln noch Giltigkeit haben, berechnen und hat dann durch einfache Division die Geschwindigkeit, mit der sich eine elektrische Welle im Äther fortpflanzt, und dieselbe beträgt — wenn die Annahmen von Hertz in seinen Messungen richtig sind — 300.000 *km* per Secunde, das ist genau die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes.

Es ist ohne Zweifel dieser Theil der Hertz'schen Arbeiten, nämlich der experimentelle Nachweis, dass eine elektrische Schwingung, welche im Äther erzeugt wird, sich mit Lichtgeschwindigkeit fortpflanzt, der wichtigste; es ist aber auch kein Zweifel, dass noch mancher Einwand zu besiegen sein wird, bevor diese Thatsache als feststehende und absolut gesicherte Wahrheit wird ausgesprochen werden dürfen. Das eine ist jedoch stets vor Augen zu halten, dass man noch vor wenigen Jahren nicht an die Möglichkeit gedacht hätte, einer solchen riesigen Geschwindigkeit unter so schwierigen Verhältnissen, wie sie bei elektrischen Erscheinungen vorkommen, experimentell an den Leib zu rücken.

Es ist dies die Ausführung *eines* Theiles der Maxwell'schen Lichttheorie. Solche elektrische Wellen müssen aber auch sonst sich wie Lichtwellen verhalten, und dass dem so sein könne, hat Maxwell theoretisch

Digitized by Google

gezeigt. Es muss die Geschwindigkeit einer solchen elektrischen Welle in Glas oder in Harz eine andere sein als in der Luft, und dies experimentell nachzuweisen, ist Hertz ebenfalls gelungen. Am bekanntesten in Laienkreisen ist sein Versuch mit dem parabolischen Spiegel, und da ich weiß, dass einige von meinen geehrten Zuhörern eigens hergekommen sind, um diesen Versuch zu sehen, so will ich denselben noch zeigen, wiewohl er nichts weniger als für einen größeren Kreis von Zuschern geeignet ist.

Sie sehen hier diese riesigen Blechmassen und das Resultat ist ein winziges, aus einer Entfernung von höchstens 5 *m* noch sichtbares Fünkchen. Die Theile, welche die primäre Schwingung erzeugen, sind hier noch viel kleiner als früher, die Schwingungen daher noch rascher. Sie betragen über 100,000.000 per Secunde. Während in den früheren Versuchen die Schwingungen horizontal vor sich giengen, stehen sie hier vertical, und zwar genau in der Brennlinie eines parabolischen Hohlspiegels. Sie wissen, dass, wenn man Licht in die Brennlinie eines solchen Hohlspiegels bringt, die Strahlen durch den Spiegel parallel reflectiert werden, daher auf große Distanzen ihre Stärke beibehalten. Genau dasselbe geschieht hier mit den elektrischen Schwingungen. Ich stelle dem ersten Spiegel auf 4 *m* Entfernung einen zweiten gegenüber, und die elektrischen Schwingungen werden nun in der Brennlinie des zweiten Spiegels concentriert. In dieser Brennlinie ist ein Draht gespannt und in demselben

Digitized by Google

zucken, sobald im primären Leiter die Schwingungen vor sich gehen, gleichfalls sehr rasch elektrische Oscillationen auf und ab. Der Draht ist in der Mitte durchschnitten und durch den Spiegel geführt, und die Enden desselben hinter dem Spiegel bis auf eine Entfernung von etwa $^1/_{10}$ *mm* einander genähert. Ich sehe nun zwischen den Drahtenden ein Fünkchen aufblitzen; dieses Fünkchen wird auch für die zunächst Sitzenden sichtbar, wenn ich es zwischen einer Kupferspitze und einer Quecksilberkuppe überspringen lasse. Leider ist es mir aber trotz zahlreicher Bemühungen nicht gelungen, es irgendwie heller zu machen. Wenn ich die Luft um das Fünkchen, so wie es jetzt — scheinbar wenigstens — ziemlich kräftig zwischen der Kupferspitze und dem Quecksilber überspringt, entferne, so ändert es seine Helligkeit absolut nicht. Es ist dies eine Erscheinung, die mich in großes Erstaunen gesetzt, da jeder Funke im luftleeren Raum kräftiger und heller zu werden scheint — man denke nur an die Geißler'schen Röhren — während dieses durch enorm rasches Oscillieren erzeugte Fünkchen vom Luftdruck ganz unabhängig zu sein scheint. Ich werde am Schlusse des Vortrages den Apparat wieder in Thätigkeit setzen, so dass sämmtliche Anwesenden das Fünkchen aus größerer Nähe beobachten können. Trete ich zwischen die beiden Spiegel, so wird der elektrische Strahl absorbiert: mein Körper hält ja auch einen Lichtstrahl auf. Ebenso erlischt das Fünkchen, wenn ich einen Metallschirm hineingebe. Wenn ich aber

Digitized by Google

dieses Brett zwischen die Spiegel stelle, wird der elektrische Strahl dadurch gar nicht aufgehalten, während ein Lichtstrahl absorbiert würde. Das darf uns aber nicht wundern, da ja auch die Absorptionsfähigkeit der Licht- und Wärmestrahlen eine sehr verschiedene ist. Wir haben Substanzen, z. B. Glas, welche das Licht durchlassen, die ganz gleichen, jedoch langsamer schwingenden Wärmestrahlen aber aufhalten. Es wird daher zu erwarten sein, dass unsere elektrischen Schwingungen, welche denn doch immer noch viel langsamer als die Lichtschwingungen sind, in Bezug auf Absorption andere Verhältnisse zeigen als die Lichtstrahlen.

Noch einen Versuch will ich zeigen, auf dessen Erklärung ich mich aber hier nicht einlassen kann. Ich will dieselbe vielmehr nur andeuten. Sie haben gewiss gehört, dass man den Lichtstrahl polarisieren, d. h. ihn so herrichten kann, dass er durch bestimmte Krystalle, je nach der Stellung derselben, durchgeht oder nicht. Der elektrische Strahl, den wir hier haben, entspricht einem polarisierten Lichtstrahl, und dieser Holzrahmen, mit einer Reihe von parallelen Kupferdrähten bespannt, entspricht jenem Krystalle. Stelle ich diesen harfenartigen Rahmen so zwischen die Spiegel, dass die Drähte senkrecht stehen, so geht der elektrische Strahl nicht durch; das Fünkchen erlischt. Drehe ich aber den Rahmen so, dass die Drähte horizontal stehen, geht der elektrische Strahl wieder durch und das Fünkchen erscheint.

Hertz hat auch ein großes Prisma aus Schuster-

Digitized by Google

pech hergestellt und gezeigt, dass ein elektrischer Strahl durch denselben von seiner Richtung abgelenkt wird, ein Phänomen, welches wir beim Licht unter dem Namen „Brechung des Lichtes“ kennen.

Wenn wir das heute Gehörte zusammenfassen, so müssen wir zunächst noch einmal betonen, dass die Hertz'schen Arbeiten zu den schönsten gehören, welche seit langer Zeit auf unserem Gebiete gemacht wurden; der wichtigste Theil derselben, der Nachweis, dass eine Lichtschwingung und eine elektrische Schwingung sich mit gleicher Geschwindigkeit fortpflanzt, bedarf allerdings noch mancher weiterer Stützen und wird sich noch gegen manchen Angriff zu vertheidigen haben, bevor man endgiltig die Identität von Licht und Elektricität wird aussprechen dürfen. Jedenfalls aber erscheinen uns die Versuche als eine glänzende experimentelle Darstellung der Maxwell'schen Theorie, und vielleicht ist die Zeit nicht mehr ferne, wo wir sagen können, sie seien der Beginn eines glänzenden experimentellen Beweises derselben.

Zum Schlusse möchte ich die anwesenden Herren Fachgenossen bitten, mich nicht der Oberflächlichkeit zu zeihen. Es ist die Darstellung eines so riesigen Gebietes in einer kurzen Stunde in logischer Consequenz eben nicht durchzuführen. Es war mir vielmehr darum zu thun, den anwesenden Freunden der Naturwissenschaften eine ungefähre Skizze von dem zu geben, was unter dem Schlagworte der „Hertz'schen Versuche“ auch in Nichtfachkreisen so allgemeines Aufsehen erregt.

Digitized by Google

Die Harze.

Von

Rudolf Benedikt.

Vortrag, gehalten den 26. Februar 1890.

Digitized by Google

Digitized by Google

Der Ästhetiker Friedrich Theodor Vischer hat in einem der letzten Jahre seines Lebens einen Roman veröffentlicht, welcher den Titel „Auch Einer“ führt. Die Handlung wird Wenige befriedigen, manche Episode sogar einen abstoßenden Eindruck machen, aber daneben findet sich eine solche Fülle tiefer und origineller Gedanken, dass man wohl merkt, dass das Büchlein die sich über seine ganze Vergangenheit erstreckende Nachlese eines ungewöhnlich reichen Geistes enthält. Kein Künstler, kein Techniker oder Fabrikant, vor allem aber kein experimentierender Naturforscher sollte versäumen, „Auch Einer“ zu lesen, und sei es nur wegen des Capitels, in welchem der Held seine große Rede über die „Tücke des Objects“ hält.

Wir lachen über den armen Narren, der alle Gegenstände personificiert, der in seiner Brille einen tückischen Feind sieht, welcher sich vor ihm versteckt und sich nicht finden lässt, und der behauptet, sein Kofferschlüssel verkrieche sich in böswilliger Absicht unter den Leuchter, aber wir werden ernst, wenn wir diese Anklagen auf einen ernsten Beruf übertragen und sehen, was für Unheil die Bosheit der Materie anrichtet.

Digitized by Google

Der Färber hat seine Ware nach den seit Jahrzehnten bestehenden Recepten mit Achtsamkeit und Sorgfalt zubereitet und sieht sie nach einigen Monaten wie Zunder zerfallen, ohne dass er die Ursache zu ergründen vermag; die neue theure Farbe bleicht aus, oder ein einzelner Nagel, der in die Maschine gefallen ist, zerschneidet ihm hunderte von Stücken, bevor er es nur merkt; der Maler wird mit Schrecken gewahr, dass seine einst so belobten Bilder die Farbe verlieren oder matt und rissig werden, weil das Siccativ nichts getaugt hat; dem gelehrten Chemiker springt das Gefäß, in welchem er die Substanz kocht, die er mit monatelangem Bemühen bereitet hat.

Vom Chemiker und von allen Technikern und Handwerkern, die mit chemischen Zubereitungen zu thun haben, kann man aber ganz besonders sagen, dass ihr ganzer Beruf eigentlich nichts anders ist als ein beständiger Kampf gegen die Bosheit der Materie, den sie nur dann erfolgreich zu führen vermögen, wenn sie deren verborgenste Eigenschaften gründlich und stets vom neuen auf das genaueste studieren. Zu ihren grimmigsten und schwerst zu bekämpfenden Feinden gehört die Gruppe der Harze, die allerdings, einmal in Botmäßigkeit gebracht, auch die vielseitigsten und größten Dienste leisten.

Selbst derjenige, der sich die Aufgabe gestellt hat, einen gemeinverständlichen Vortrag über die Harze zu halten, hat Ursache, sich über die Tücke der Materie zu beklagen, denn es ist ihm nicht gelungen,

Digitized by Google

diesem Thema allgemeinere Gesichtspunkte abzugewinnen, er wird sich mit dem Versuche begnügen müssen, Sie, meine Herren und Damen, eine Stunde mit chemisch-technologischer Detailmalerei zu unterhalten.

Überblickt man alles, was Harz heißt, so findet man eigentlich nur wenige allen Harzen gemeinsame Eigenschaften. Sie sind unlöslich in Wasser und schwerer als dieses, lassen sich schmelzen und verbrennen beim Erhitzen mit rußender Flamme und unter Verbreitung eigenthümlicher Gerüche. Daher haben Chemiker und Botaniker auch vergebens versucht, eine zutreffende Definition des Begriffes „Harz" aufzustellen, und was diesen nicht gelungen, können auch wir heute füglich sein lassen.

Die Harze finden sich in den Pflanzen meist nicht fertig gebildet vor, sondern die harzliefernden Arten scheiden in eigenen Organen, Drüsen oder Gängen, zähe Flüssigkeiten, Balsame, ab, welche erst an der Luft ganz oder theilweise zu Harzen erhärten. Die Balsame sind Gemische oder Lösungen von Harzen und ätherischen Ölen. Sie treten entweder freiwillig oder nach Verwundung der Rinde aus. Das ätherische Öl verdunstet theilweise, zum Theil wird es aber durch den Sauerstoff der Luft selbst in Harz verwandelt, so dass dieses zuletzt als mehr oder minder feste Masse zurückbleibt.

Andere Harze werden durch Erhitzen aus Pflanzentheilen ausgeschmolzen oder aus solchen mit Wein-

Digitized by Google

geist extrahiert. Man kann die Harze in eigentliche Harze und Gummiharze eintheilen.

Zur ersten Gruppe gehören z. B. Copal, Dammar, Mastix, Schellack, Benzoë, Elemi, Colophonium und Fichtenharz, Sandarac, Bernstein.

Von diesen eigentlichen Harzen unterscheiden sich die Gummiharze, als deren Vertreter ich Gummigutt, Weihrauch und Myrrhe anführe.

Alle Harze bestehen entweder aus tropfenförmigen, stalaktitischen oder knollenförmigen Massen.

Die Tropfen sind die natürlichen Formen, in welchen das Harz aus der Pflanze austritt. Setzt sich dieses Ausfließen fort, nachdem der erste Tropfen erstarrt ist, so setzt sich der zweite an die Spitze des ersten an, es entstehen Gebilde, welche Eiszapfen oder Tropfsteinen ähnlich sehen. Die fossilen Harze, welche sich in der Erde finden, haben meist Knollenform, so der Copal und Bernstein.

Dies sind die natürlichen Formen der Harze. Als Beispiel künstlicher Formung sehen Sie hier geblätterten, sogenannten Tafelschellack und Stangenschellack, dann Gummigutt in Stangen, welche dadurch gebildet werden, dass man den flüssigen Harzsaft in Bambusröhren erhärten lässt.

Von großer Wichtigkeit für einige Verwendungen der Harze ist ihre Farbe und der Grad der Durchsichtigkeit.

Die meisten sind durchscheinend, einzelne Sorten von Copal, Dammar, Mastix und Bernstein nahezu

Digitized by Google

vollständig durchsichtig, andere ganz undurchsichtig. Die Harze sind selten ganz farblos, meist gelblich, gelb oder braun. Drachenblut ist roth, Gummigutt schön gelb.

Viele Harze haben einen eigenthümlichen Geruch, der besonders stark beim Erwärmen hervortritt. Sie kennen den Geruch des Schellacks, welcher den wesentlichsten Bestandtheil unseres Siegellacks ausmacht, des Weihrauchs, vielleicht auch den der Benzoë. Ihrer Eigenschaft, zum Theile angenehme Gerüche zu verbreiten, verdanken die Harze ihre Verwendung im Alterthum.

Der Gebrauch der Harze als Aromata, insbesondere zur Räucherung, reicht in das graue Alterthum zurück. Reinhold Sigismund führt darüber in seiner Schrift „Die Aromata in ihrer Bedeutung für Religion, Sitten und Gebräuche, Handel und Geographie des Alterthums“ eine Fülle interessanter Daten an.

Präparate nach Art unserer Parfums waren den Alten nicht bekannt. Ihre Aromata bestanden in wohlriechenden Salben und Räuchermitteln, welche eine außerordentlich intensive Anwendung und Verbreitung fanden.

Noch heute ist die Ansicht allgemein verbreitet, dass man durch Ausräuchern der Luft beigemengte übelriechende Stoffe zerstören und von Krankheitskeimen befreien könne. Dies ist wohl nur zum geringsten Theile der Fall, aber die Räucherung wirkt dadurch wohlthätig auf unsere Sinne, dass sie den

Digitized by Google

üblen Geruch durch einen stärkeren, erfrischenden verdeckt.

Der Lehren der modernen Hygiene eingedenk, suchen wir die Ursachen der Entwicklung übler Gerüche zu vermeiden oder zu entfernen. Die Desinfectionsmittel und Antiseptica haben die Räuchermittel verdrängt. Die alten Culturvölker waren auf die Aromata angewiesen, deren Gebrauch um so nothwendiger war, als die Ausdünstungen menschlicher und thierischer Körper in den heißen Klimaten, welche sie bewohnten, viel stärker sind und auch alle anderen Gerüche intensiver auftreten.

Einzelne Sitten und Gebräuche der Alten verlangten geradezu gebieterisch die Anwendung von Räucherungen. So wurde der abscheuliche Geruch, der sich bei Verbrennung der Opferthiere entwickelte, durch Weihrauch verdeckt, worauf sich der noch bestehende gleiche Gebrauch in unseren Kirchen zurückführt.

Der Weihrauch spielte nach Sigismund im Alterthum überhaupt die wichtigste Rolle unter den Aromaten und bildete einen hervorragenden Artikel des Welthandels, in welchen er von den Phöniciern eingeführt wurde, die ihn aus Arabien bezogen. Wie aus einer Beschreibung Theophrasts hervorgeht, wurde dieses Harz gerade so wie heute gewonnen.

„Männer, welche eine Schiffahrt aus dem Busen von Heroonpolis gemacht hatten, sagten aus, dass sie ausgestiegen seien, um Wasser auf dem Berge zu

Digitized by Google

suchen, und dass sie die Bäume und die Einsammlung gesehen hätten. Die Stämme und Zweige seien eingeschnitten gewesen, die einen wie mit der Axt, die anderen mit dünneren Einschnitten. Die Thräne falle theils herab, theils bleibe sie am Baume haften. An manchen Stellen habe man aus Palmenbast geflochtene Decken untergelegt, anderswo sei bloß der Erdboden festgeschlagen und gereinigt worden. Der auf den Decken gesammelte Weihrauch sei rein und durchsichtig, der auf die Erde gefallene werde geringer. Den an den Bäumen haftenden lösen sie mit Eisen los, deshalb sei noch an einigen Stücken Rinde. Das ganze Gebirge gehöre den Sabäern, denn diese seien Herren, aber gerecht gegeneinander, so dass keiner Wache halte. Deshalb hätten auch diese Schiffer reichlich in ihre Schiffe von der verlassenen Myrrhe und dem Weihrauch getragen und seien abgesegelt. Sie sagten auch, gehört zu haben, dass man von überallher Myrrhe und Weihrauch in das Heiligthum der Sonne trage, welches das von den Sabäern am meisten geehrte sei und von einigen bewaffneten Arabern bewacht werde. Sobald sie ihre Ware dahin brächten, schütte jeder seinen Weihrauch und seine Myrrhe auf einen Haufen und überlasse sie den Wächtern, nachdem er auf den Haufen ein Täfelchen gelegt habe, worauf die Menge der Maße, sowie der Preis, wofür er jedes Maß verkaufe, geschrieben sei. Sobald aber die Kaufleute anlangten, betrachteten sie die Schriften, und wenn ihnen der Preis gefiele, müßen

Digitized by Google

sie davon ab und legten den Preis auf den Platz, wo sie entnommen hätten. Der Priester behalte den dritten Theil des Betrages für den Gott, das Übrige bleibe unberührt für die Besitzer, bis sie gekommen wären und sich das Ihrige geholt hätten."

Für unsere Generation, welche zuerst energisch den Kampf gegen Nahrungs- und Genussmittel-Verfälscher aufgenommen hat, ist es nicht uninteressant, dass schon Dioscorides von einer geschickten Fälschung des Weihrauchs erzählt, die selbst den modernen Händlern alle Ehre machen würde.

Sigismund führt in seinem Buche an:

„Dioscorides meldet dagegen, dass auch aus Indien Weihrauch komme. Der beste ist nach ihm der arabische Weihrauch in Thränen, der von Natur rund und nicht erst durch Schneiden hergestellt ist und der männlicher Weihrauch oder Stagonias genannt wurde. Der indische Weihrauch sei gelb, dunkelfärbig und werde erst durch Bearbeitung rund. Da Weihrauch in Thränen besser bezahlt wurde, suchte man ihm nämlich das Aussehen derselben dadurch zu geben, dass man ihn in viereckige Stücke schnitt und diese in irdenen Gefäßen so lange hin und her rollte, bis sie sich gegenseitig abgeschliffen und runde Gestalt angenommen hatten."

Auch sonst erscheinen die alten Handelsverhältnisse nicht im besten Lichte, wie wir z. B. aus den Erzählungen des Plinius über die Besteuerung des Weihrauchhandels ersehen:

Digitized by Google

„Vor der Verladung nahmen die Priester von Saba den Zehnten, dann erhob der König der Gebaniter seinen Zoll und deren Priester und Schreiber ihre Abgaben. Und so gieng es die ganzen 65 Kameeltagereisen bis zum mittelländischen Meere fort, so dass der Aufwand für ein Kameel nicht weniger als 688 Denare oder 340 Gulden nach unserem Gelde betragen haben soll. Dann musste noch den Staatspächtern des römischen Reiches gesteuert werden. Ein Pfund Weihrauch kostete darum auch 6 Denare oder 3 Gulden, heute etwa 70 Kreuzer.

Auch gegenwärtig ist die Räucherung im Orient noch sehr gebräuchlich.

Palgrave erzählt, wie ich ebenfalls dem Buche Sigismunds entnehme, dass bei den heutigen Arabern nach der Mahlzeit eine kleine thönerne viereckige Büchse hereingebracht wird, deren oberer Theil an der Seite wie Drahtgeflecht durchbrochen ist, während unten eine Art Stiel angebracht ist. Das Gefäß ist mit glühenden Kohlen gefüllt, auf welche wohlriechendes Holz oder Benzoëharz gelegt wird. Sobald ein dichter Rauch herausströmt, nimmt jeder der Reihe nach das Gefäß und hält es unter seinen Bart und lässt den Rauch auch unter das Kopftuch und unter sein Hemd strömen, um dem ganzen Körper etwas von dem köstlichen Dufte mitzutheilen, der sehr haftend ist und mehrere Stunden anhält.

Außer dem Weihrauch wurden im Alterthum noch andere Harze, so Myrrhe, Opobalsam, Styrax,

Digitized by Google

Bdellium, Mastix und Ladanum zur Räucherung benutzt und auch heute bilden die Harze den wesentlichsten Bestandtheil unserer Räuchermittel.

Die Ägypter verwendeten die Harze, besonders Myrrhe und Sandarac zum Einbalsamieren der Leichen.

Gegenwärtig finden die Harze eine so mannigfache Anwendung, dass ich nur ihre rein technische Verwendung betrachten will und namentlich auf die wichtige Rolle, welche sie im Arzneischatz spielen, nur hinweisen kann.

Es ist nun nicht zu umgehen, dass wir uns vorher mit den Eigenschaften einiger Harze näher vertraut machen.

Ich beginne mit dem Fichtenharz, weil dieses das einzige ist, welches auch in unseren Gegenden gewonnen wird.

Jeder Wiener kennt von seinen Ausflügen in die Brühl oder nach Baden die Art der Harzgewinnung. In die Stämme der Schwarzföhren wird zehn bis achtzehn Jahre vor der Fällung eine sackförmige Höhlung (Grandel) eingehauen und darüber ein schmaler Streifen der Rinde und Splints bis an das Holz entfernt. Derselbe erstreckt sich in der Breite über die Hälfte bis zu zwei Drittheilen des Stammumfanges. Das Harz quillt aus der frischen Wunde hervor und sammelt sich in dem Grandel an. Nach mehreren Tagen rückt man mit dem Abnehmen der Rinde etwas vor und so weiter, so dass die entblößte Stelle am Ende des Sommers etwa 15 Zoll hoch ist. Diese Behandlung

Digitized by Google

wird in jedem folgenden Jahre bis zur Fällung fortgesetzt. Um das aus den höher liegenden Regionen des Stammes ausfließende Harz nach dem Grandel zu leiten, werden flache Holzspäne in schiefer Richtung und mit der äußeren Kante nach oben geneigt in die Blöße des Stammes eingefügt.

Der ausfließende Balsam führt den Namen Terpentin. Dasselbe wird auch aus anderen Nadelhölzern gewonnen, in Tirol aus der Lärche, in Frankreich aus der Strandkiefer und in Nordamerika aus einer Reihe bei uns nicht einheimischer Pinusarten.

Das Terpentin enthält neben Harz noch reichlich Terpentinöl und etwas Feuchtigkeit. Durch Destillation mit Wasserdampf kann das Terpentinöl entfernt und für sich aufgesammelt werden. Der Rückstand ist gemeines Fichtenharz. Dasselbe enthält noch etwas Terpentinöl und Wasser, ist gelb bis braun und noch ziemlich weiß. Im gereinigten Zustande führt es den Namen Burgunderpech.

Das Fichtenharz lässt sich endlich durch Schmelzen vollständig von ätherischem Öl und Wasser befreien, beim Erkalten liefert es dann eine gelblichbraune, mehr oder weniger durchsichtige spröde Masse, das Colophonium oder Geigenharz.

Koche ich ein Stückchen Colophonium mit Sodalösung, so bemerke ich, dass es sich rasch auflöst, gleichzeitig findet ein Aufbrausen durch Gasentwicklung statt. Dieses Aufbrausen lehrt mich, dass hier nicht eine mechanische Lösung, etwa wie von Zucker

Digitized by Google

in Wasser, sondern ein chemischer Process vor sich geht.

Soda besteht aus Natron und Kohlensäure. Da nun Kohlensäure entweicht, muss ich annehmen, dass sie durch eine stärkere Säure ausgetrieben wird, welche an ihre Stelle in Verbindung mit dem Natron tritt. Kohlensaures Natron und Harz geben harzsaures Natron und Kohlensäure.

Schüttle ich die Lösung des harzsauren Natrons, so gibt sie einen sehr starken Schaum, der längere Zeit stehen bleibt, ein Verhalten, welches uns sofort an die gleiche Eigenschaft einer Seifenlösung erinnert.

Die Ähnlichkeit geht noch weiter. Wenn ich die Lösung mit Kochzalz vermische, so scheidet sich, gerade so wie bei den eigentlichen aus Fetten gewonnenen Seifen, das harzsaure Natron aus, der Niederschlag kann zu Stücken vereinigt werden und kommt in der That unter dem Namen „Harzseife“ in den Handel.

Die Harzseife ersetzt in vielen Fällen die Fettseifen als Reinigungsmittel.

Es ist ein auch in Fachkreisen weitverbreiteter Irrthum, dass die Wirkung der Seifen auf Fette eine chemische sei. Das ist aber durchaus nicht richtig, die Seife wirkt rein mechanisch. Ich schüttle hier Olivenöl mit reinem Wasser und stelle die Flasche ruhig hin. Sie sehen, dass sich die beiden Flüssigkeiten nach ganz kurzer Zeit wieder vollständig trennen. Schüttle ich aber in einer zweiten Flasche Öl mit klarer Seifenlösung, so erhalte ich ein milchiges Gemisch, welches

Digitized by Google

sich auch nach längerem Stehen nur unvollständig trennt. Das Öl schwimmt in feinste Tröpfchen vertheilt in der Flüssigkeit und diese Tröpfchen sind so außerordentlich klein, dass ihr Auftrieb so gering wird, dass sie sich erst nach Tagen an der Oberfläche ansammeln. Gerade so bleiben die Butterkügelchen in der Milch schweben, obwohl sie bedeutend leichter sind als diese.

In einer dritten Flasche mache ich den Versuch mit Harzseife, auch hier tritt vollständige Emulsionierung ein.

Namentlich in der Baumwollbleicherei ist die Fettseife allgemein durch die billigere Harzseife ersetzt.

Ich vermische nun etwas Harzseifenlösung mit einer Lösung von Alaun, das ist im wesentlichen schwefelsaure Thonerde. Durch doppelte Umsetzung bildet sich schwefelsaures Natron und harzsaure Thonerde, welche als weißer Niederschlag ausfällt. Von dieser Eigenschaft der Thonerdeharzseife macht man zur sogenannten Leimung des Papieres und zur Herstellung wasserdichter Stoffe Gebrauch.

Ungeleimtes Papier besteht aus kurzen, dünnen, mit einander verfilzten Fasern und enthält demnach sehr viele Poren, wodurch es die Eigenschaft erlangt, Flüssigkeiten begierig aufzusaugen. Auf ungeleimtem Papier, z. B. Fließpapier, kann man nicht schreiben, weil sich jedes Tröpfchen Tinte sofort zu einem Kleks verbreitet. Die Leimung bezweckt die Ausfüllung der

Digitized by Google

Poren, sie verhindert das Eindringen der Tinte in das Papier.

Man versetzt zu diesem Zwecke den Papierbrei erst mit schwefelsaurer Thonerde und fügt, wenn dieselbe sich in die Fasern eingesaugt hat, harzsaures Natron hinzu. In aus solchem Brei verfertigtem Papier sind die Poren durch harzsaure Thonerde ausgefüllt. In ähnlicher Weise verfährt man bei der Erzeugung wasserdichter Stoffe.

Fichtenharz und Colophonium dienen ferner zur Darstellung von Kitten, als Zusatz zum Schellack für Siegellack, indem dasselbe dadurch weniger spröde und billiger wird, als wenn es aus Schellack allein hergestellt wird.

Schellack wird aus dem Gummilack gewonnen. Dieser fließt aus den Zweigen einiger in Ostindien wachsender Bäume (namentlich *Ficus religiosa*) aus, und zwar infolge des Stiches der Lackschildlaus. Im November ziehen die jungen Insecten nach den saftigen Zweigen, welche sie anbohren und sich von dem austretenden Milchsaft ernähren. Die Saftausscheidung wird im Jänner so reichlich, dass das Harz die Insecten umhüllt, welche damit eintrocknen. Die Weibchen leben in diesem Safte in Zellen weiter, die sich zuletzt zu einem Sack entwickeln, in welchem sich eine rothe Flüssigkeit befindet, die zur Ernährung der sich entwickelnden Larven dient, bis diese im October ihre Hülle durchbrechen. Die Zweige werden abgebrochen und kommen als Stocklack in den Handel. Das von

Digitized by Google

den Zweigen abgeklopfte, in Stücke zerstoßene Harz bildet den Körnerlack.

Der Gummilack gibt an Wasser und an verdünnte Sodalösung einen rothen Farbstoff, das in der Färberei verwendete Lack-dye ab. Der Rückstand wird in Säcken geschmolzen, ausgepresst, das abfließende Harz auf Blättern aufgefangen und dadurch in Tafelform gebracht.

Je nachdem der Schellack mehr oder weniger vollständig von Farbstoff befreit ist, hat er eine gelbe („blonde") oder braunrothe Farbe.

Für viele Verwendungen wird der Schellack gebleicht und kommt dann in Form bronzeglänzender Stangen in den Handel.

Schellack enthält noch etwas Wachs, welches auf verschiedene Weise, z. B. durch Kochen mit Soda entfernt werden kann. Das Schellackharz löst sich nämlich in Soda wie das Colophonium auf, es besteht somit ebenfalls aus Harzsäuren. Das Wachs schwimmt obenauf und kann nach dem Abkühlen in Brocken abgenommen werden. Fällt man die Harzlösung hernach mit einer Säure, so gewinnt man wachsfreien Schellack.

Dabei darf der Schellack aber nicht zu lange mit Soda gekocht werden, weil er dann eine eigenthümliche Veränderung erleiden würde. Noch rascher geht diese Umsetzung mit ätzenden Alkalien vor sich. Fällt man eine genügend lang gekochte Lösung mit einer Säure, so scheidet sich nicht mehr ein festes Harz,

Digitized by Google

sondern ein dicker Syrup aus. Unveränderter Schellack ist spröde, durch Kochen mit Natron kann man ihm, wenn man die Einwirkung im richtigen Momente unterbricht, jeden beliebigen Grad von Consistenz geben.

Ich habe hier derartig präparierten Schellack. Ein kleines Kügelchen lässt sich, ohne dass ich es früher erwärme, zu Fäden von mehreren Metern Länge ausziehen, eine Eigenschaft, von welcher die Praxis wohl noch Gebrauch machen wird.

Schellack dient zur Herstellung von Siegellack und zum Steifen der Filzhüte. In Borax oder Soda gelöster Schellack dient nach Zusatz eines schwarzen Farbstoffes als Schuhlack. Seine größte Verwendung findet er aber zur Herstellung von Lacken, Firnissen und Kitten.

Damit sind wir bei der Hauptanwendung der Harze angelangt, und zwar eben bei jener, welche die genaueste Kenntnis ihrer Eigenschaften verlangt.

Wir überziehen eine große Anzahl von Erzeugnissen des Handwerks und der Kunst mit einer dünnen glänzenden Harzschichte, wir lackieren oder firnissen sie, um ihnen einerseits ein gefälligeres Aussehen zu geben, andererseits um sie vor dem Beschmutzen oder der Zerstörung durch äußere Einflüsse zu schützen.

Vor allem schließt der Maler seine Ölbilder durch eine dünne Firnisschichte gegen den vernichtenden Einfluss von Licht und Luft ab und erreicht damit seinen Zweck weit besser als der Aquarellist mit

Digitized by Google

seiner Glasdecke. Holz und Metall, Papier, Stein und Leder werden gefirnist.

Die Herstellung wirklich guter Firnisse oder Lacke ist nun durchaus keine leichte Sache. Ein guter Firniss muss seinen Glanz auf die Dauer behalten, darf sich nicht trüben, nicht abblättern und keine feinen Risse und Sprünge bekommen.

Dieses Resultat muss einerseits durch eine richtige Zusammensetzung des Firnisses, andererseits durch die Art des Auftragens erreicht werden. In beiden Beziehungen sind die Arbeiten der Chinesen und Japaner ein in Europa noch lange nicht erreichtes Vorbild. Wir sind bis heute nicht imstande, die japanesische Lackarbeit von annähernd gleicher Güte zu erzeugen. Dies rührt nun zum Theil daher, dass die Japaner ihre Lacke aus Harzen bereiten, welche nicht in den europäischen Handel kommen, zum großen Theil aber auch in der sorgfältigen Art der Verbindung des zu lackierenden Gegenstandes mit dem Harz. Auf der Colonialausstellung in Amsterdam im Jahre 1883 waren Holztäfelchen in allen Stadien der Lackierung ausgestellt, aus welchen zu sehen war, dass auf das Holz erst eine ganze Reihe Grundierungen aufgetragen wird, von denen jede erst sorgfältig abgeschliffen wird, bevor die nächste und endlich der Lackanstrich folgt.

Die Lacke sind Lösungen von Harzen oder Harzgemischen. Die Lösungsmittel müssen sich entweder verflüchtigen, worauf das Harz in dünner zusammen-

Digitized by Google

hängender Schichte zurückbleibt, oder selbst in feste Massen übergehen können. Zu den flüchtigen Lösungsmitteln gehören Weingeist und Terpentinöl, zu den erhärtenden die trocknenden Öle, namentlich Leinöl und Mohnöl.

Überstreicht man eine Glasplatte mit Leinöl und lässt sie an der Luft liegen, so trocknet das Öl nach einiger Zeit ein, oder richtiger, es erleidet durch den Sauerstoff der Luft eine chemische Umwandlung in einen festen Körper. Dieses Eintrocknen erfolgt weit rascher, wenn das Öl vorher mit etwas Bleiglätte oder borsaurem Manganoxydul erhitzt worden war. In solcher Weise präpariertes Leinöl führt den Namen Leinölfirniss und wird nach Zusatz von Farben zum gewöhnlichen Anstrich von Häusern, Gartenzäunen, Barrièren etc. benützt. Solche Anstriche werden aber von Licht und Luft und namentlich durch das wiederholte Nasswerden und Austrocknen verhältnismäßig rasch rissig und matt und blättern sich endlich nach einiger Zeit vollständig ab, so dass sie nach einigen Jahren erneuert werden müssen.

Weit dauerhaftere, glänzendere Anstriche erhält man, wenn man Harze in trocknenden Ölen löst.

Zur Lackfabrikation werden vornehmlich Copal, Dammar, Mastix, Bernstein, Elemi, Sandarac und Colophonium verwendet.

Die Weingeistlacke geben glatte glänzende Überzüge, welche aber, da sie nur aus Harz bestehen, leicht rissig werden. Zusätze von weicheren Harzen,

Digitized by Google

z. B. Terpentin oder Elemi machen den Firnis geschmeidiger.

Der am meisten verwendete Weingeistlack ist die Tischlerpolitur, eine Auflösung von einem Theil Schellack in vier Theilen Weingeist, welche dadurch dauerhaft wird, dass man sie fest ins Holz einreibt.

Die Weingeistlacke werden zum Glänzen von Leder, Drechslerarbeiten, Papier, Metall etc. benützt. Gut haltbare Lacke haben oft sehr complicierte Zusammensetzungen. Das Recept eines Goldlack lautet z. B. nach Andres:

Curcuma	5	Theile
Drachenblut	1	„
Elemi	2	„
Gummigutt	3	„
Körnerlack	10	„
Mastix	10	„
Sandarac	10	„
Venetianisches Terpentin	5	„
Weingeist	100	„

Curcuma, Drachenblut und Gummigutt ertheilen diesem Lack seine Farbe.

Zu den fetten Firnissen verwendet man vornehmlich Bernstein und Copal.

Diese beiden fossilen Harze sind in allen Lösungsmitteln so gut wie unlöslich, werden aber um so löslicher, je stärker man sie erhitzt. Man schmilzt sie zu diesem Zwecke so lange in Destillierblasen, bis sie 10—15% an Gewicht verloren haben, wobei Copalöl,

Digitized by Google

respective Bernsteinöl abdestillieren. Die fetten oder Öllacke sind die theuersten, aber auch wertvollsten, indem sie einen schönen glasartigen Glanz und bedeutende Elasticität haben, nicht rissig werden, sich nicht abblättern und dem Einfluss von Sonne und Regen gut widerstehen. Solche Lacke benützt man zur Herstellung der feinsten Lackarbeiten, als Kutschenlack, zum Überziehen von Photographien u. s. w.

Wenn wir nun sämmtliche Verwendungen der Harze Revue passieren lassen, so kommen wir zu dem Schluss, dass es kaum eines gibt, welches nicht in irgend einer Weise verwertet werden kann. Ja diese Betrachtung lässt sich auf alle Materialien ausdehnen, welche uns von der Natur in einigermaßen erheblicher Menge und regelmäßig geliefert werden. Der menschliche Erfindungsgeist hat sie sich sämmtlich in irgend einer Weise nutzbar zu machen gewusst. Es ist das wohl die einzige allgemeine Lehre, die aus dem Wenigen, was ich Ihnen heute sagen konnte, gezogen werden kann.

Digitized by Google

Das österreichische Alpenvorland.

Von

Albrecht Penck.

Vortrag, gehalten den 5. März 1890.

Digitized by Google

Digitized by Google

Zwischen den Alpen und den mitteleuropäischen Schollenlandschaften bildet das nördliche Alpenvorland ein langgestrecktes Gebiet von ganz außerordentlicher Gleichmäßigkeit der Oberflächengestaltung. Gegenüber dem Hochgebirge der Alpen, welche mauerartig in seinem Süden ansteigen, erscheint es als eben, und eben ist es auch im Vergleiche zu den Landschaften, die sich in seinem Norden erstrecken, nämlich dem Zuge des schwäbisch-fränkischen Jura und den Erhebungen des böhmischen Massivs, namentlich dem Böhmerwalde sammt seinen Ausläufern. Die eingebürgerte Benennung eines Theiles dieser Landschaft als oberdeutsche Hochebene oder Donauhochebene bringt diesen Gegensatz in der Bodengestaltung zwischen ihr und ihrer Umgebung zum Ausdruck, aber ganz stichhältig ist diese Bezeichnung nicht, denn das Alpenvorland entbehrt keineswegs jeder namhafteren Höhenunterschiede. Es ist ein echtes Hügelland, mit Thälern, die durchschnittlich 100, gelegentlich aber auch 200 *m* tief eingesenkt sind. In diesen Thälern durchmessen Alpenflüsse die Landschaft und verrathen, dass sich dieselbe vom großen europäischen Hochgebirge aus allmählich um manchmal 200 *m* nordwärts

Digitized by Google

senkt; hier an ihren Grenzen bringt ihr Stammfluss, die Donau, eine weitere, ostwärts gerichtete Abdachung zum Ausdrucke. So hat man denn in jedem Querschnitte des Alpenvorlandes die größten Höhen desselben unmittelbar vor den Alpen, ein Längsschnitt durch das Gebiet, parallel dem Alpenfuße gezogen, zeigt im Westen unweit des Bodensees Höhen von über 800 *m* in der Gegend von Heiligenberg (Glashütten 839 *m*) und am Abfalle des Wienerwaldes solche von unter 200 *m* (Donau bei Greifenstein 168 m). Diese Senkung im Gesammtbetrage von 650 *m* vertheilt sich auf eine Strecke von über 500 *km*, so dass sich also ein westöstliches Gefälle von $1{\cdot}3^0/_{00}$ ergibt.

Gegenüber der genannten Längendimension erweist sich die Breite des Alpenvorlandes als ziemlich unbeträchtlich. Ihren größten Wert erreicht dieselbe südlich von jener Stelle, wo Jura und böhmisches Massiv zusammenstoßen, hier hat man von Regensburg einen Weg von 140 *km* bis zum Fuße der Alpen zurückzulegen; von dieser Linie an verringert sich ihr Durchmesser in westlicher Richtung unweit des Bodensees auf 60 *km* und auf Schweizer Boden bald darauf auf 30 *km*. Gegen Osten ferner mindert sich der Abstand zwischen dem böhmischen Massiv und den Alpen nach und nach auf 10 *km*, und als solch schmaler Streifen schlingt sich das Alpenvorland um das Südende der böhmischen Masse zwischen Erlauf und Traisen, dann verbreitert es sich wohl wieder zwischen dem Wienerwalde und Manhartsberg, aber das Gebirge in seinem

Digitized by Google

Süden verliert mehr und mehr an Höhe und bricht endlich ab. Die Donau zwischen Krems und Greifenstein bezeichnet das Ostende des eigentlichen Alpenvorlandes.

Auf seiner ganzen Erstreckung zwischen Bodensee und dem genannten Stücke des Donaulaufes zeigt das Alpenvorland nur sehr geringe Abänderungen seiner Oberflächengestaltung. Es lassen sich drei Abschnitte von einander sondern, welche ungefähr den Antheilen der drei ehemaligen Herzogthümer Schwaben im Westen, Bayern in der Mitte und Österreich im Osten entsprechen. Durch ganz besondere Einförmigkeit seiner Oberflächengestaltung hebt sich westlich des Leches das oberschwäbische Alpenvorland hervor. Es bildet eine Platte, deren breite Flachthäler genau südnördlich verlaufen und auf kürzestem Wege das Alpenvorland durchmessen. Reichhaltiger ist die Oberflächengestaltung des bayerischen Alpenvorlandes. Im Norden erscheint es als ein streng gegliedertes Hügelland, im Süden als ein seenreiches Flachland, breite schiefe Ebenen trennen längs Isar und Inn beide Theile. Die Donau hält sich im allgemeinen an der Nordgrenze des Landes, lediglich bei Neuburg und Kelheim schnürt sie Vorsprünge des Jura ab. Die Abgrenzung des bayerischen Alpenvorlandes gegenüber dem österreichischen wird durch die Erhebungen des Hausruck und des Kobernauserwaldes bezeichnet. Dies sind zusammenhängende Höhen, welche das Niveau von 700 *m* durchschnittlich überschreiten und im

Digitized by Google

Göbelsberge bis genau 800 *m* ansteigen, sich also beträchtlich über das Mittel des Alpenvorlandes erheben, dessen halbe Breite sie einnehmen. Es bleibt nur ein 26 *km* breiter Streifen flachhügeligen Landes zwischen ihnen und den Ausläufern des böhmischen Massivs, in welch letztere die Donau bei Vilshofen, der Inn bei Schärding eingetreten sind, um sich bei Passau zu treffen. Weiter gegen Osten bleibt es Regel, dass die Donau nördlich vom Alpenvorlande in tiefem Thale in das böhmische Massiv einschneidet, nur im Becken von Eferding oberhalb und jenem von Wallsee unterhalb Linz tritt sie wieder an die Grenze des Alpenvorlandes selbst. Das österreichische Alpenvorland zeichnet sich daher vor dem bayerischen und schwäbischen, also vor dem deutschen Alpenvorlande dadurch aus, dass es von der Hauptentwässerungsader nur ausnahmsweise aufgesucht wird. Im übrigen vereint es die Merkmale der beiden westlichen Glieder der Landschaft in sich: westlich der österreichischen Traun bildet es ebenso ein scharf gegliedertes Hügelland wie das nördliche bayerische Alpenvorland; zwischen Traun und Enns erscheint es als Platte mit nördlich gerichteten Thälern, ganz ebenso wie die schwäbische Landschaft, allein das seenreiche Flachland, das am Fuße der bayerischen Alpen liegt, fehlt am Abfalle der österreichischen, die Seen sind hier in die Thäler des Gebirges gerückt und reichen nur gerade bis an dessen Vorland heran.

Bei einer solchen Gleichmäßigkeit in der Oberflächengestaltung des gesammten nördlichen Alpen-

Digitized by Google

vorlandes erscheint es wohl als auffällig, dass dasselbe auf den geognostischen Übersichtskarten kein einheitliches Bild gewährt. In seinem schwäbischen und bayerischen Abschnitte herrschen laut der geologischen Karte diluviale Schichten, in seinem österreichischen Antheile hingegen tertiäre Straten, und während ferner es als durchgreifende Regel hinzustellen ist, dass die jungtertiären Ablagerungen den Nordfuß der Alpen begleiten, ohne je in die Thäler des Gebirges einzutreten, dringen sie auf den geologischen Karten des österreichischen Alpenvorlandes von letzterem aus regelmäßig mehr oder weniger tief in die Thäler des Gebirges hinein. Ein solches Verhalten würde auf eine große und tiefgreifende Verschiedenheit des deutschen und österreichischen Antheiles am Vorlande der Alpen deuten, es würde erweisen, dass die Thäler der österreichischen Alpen älter sind als die jungtertiären Bildungen des Alpenvorlandes, während die bayerischen wie auch die schweizerischen Alpenthäler entschieden jünger als die subalpinen „Molasseschichten" sind.

Untersuchungen, welche ich während der Jahre 1887 und 1888 anzustellen Gelegenheit hatte, haben ergeben, dass eine solche Verschiedenheit, wie sie laut den geologischen Karten zwischen dem deutschen und österreichischen Alpenvorlande besteht, in Wirklichkeit nicht vorhanden ist. Es hat sich herausgestellt, dass seitens der Geologen, welche vor vier Jahrzehnten Ober- und Niederösterreich geologisch aufgenommen haben, die weit verbreiteten diluvialen

Digitized by Google

Schichten für tertiäre angesehen worden sind, und dass diese irrige Auffassung namentlich dort vorliegt, wo die Karten in den Alpenthälern jungtertiäre Straten angeben. Andererseits aber hat es sich auch gezeigt, dass auf dem bayerischen Alpenvorlande den diluvialen Schichten eine zu große Ausdehnung zugewiesen ist, es tritt namentlich im Norden des bayerischen Alpenvorlandes das Tertiär in zusammenhängender Weise zutage, wie dies auch schon auf den jüngst veröffentlichten Blättern Ingolstadt und Nördlingen der geognostischen Karte Bayerns für einen Theil des Gebietes deutlich zur Darstellung kommt. Es spiegelt sich in dem Colorit der geologischen Übersichtskarten kein factischer Unterschied in der geologischen Beschaffenheit des deutschen und österreichischen Alpenvorlandes, sondern ein Unterschied in der Auffassung deutscher und österreichischer Geologen, und wie wohl von vornherein zu erwarten, haben deutsches und österreichisches Alpenvorland genau denselben geologischen Aufbau: ihre Oberfläche wird sowohl von diluvialen wie von tertiären Schichten aufgebaut. Dabei zeigt sich in höchst bemerkenswerter und sehr auffälliger Weise, dass die verschiedenen Oberflächenformen innerhalb des ganzen Alpenvorlandes direct mit den sie aufbauenden Schichten zusammenhängen. Das streng gegliederte Hügelland im nördlichen bayerischen wie im westlichen österreichischen Alpenvorlande ist an das Auftreten der jungtertiären Schichten geknüpft. Die Platten des schwäbischen und österreichischen Alpen-

Digitized by Google

vorlandes begleiten diluviale Schotterbildungen, das seenreiche Flachland Südbayerns bezeichnet die Oberfläche ehemaligen Gletschergrundes. Es ist dies das Moränengebiet. Unter solchen Verhältnissen erweist sich das nördliche Alpenvorland als ein außerordentlich ergiebiges Feld für Untersuchungen über den Ursprung des Formenschatzes der Landoberfläche.

Die streng gegliederte Hügellandschaft, welche auf dem deutschen Alpenvorlande bereits kurzhin als Tertiärhügelland bezeichnet wurde, ist eine ganz ausgezeichnete Erosionslandschaft, dadurch entstanden, dass zahlreiche Flüsse Thäler einschnitten, während zugleich durch die Thätigkeit der Regenwässer die Gehänge abgeböscht wurden. Diese Abböschung wurde wesentlich dadurch befördert, dass die tertiären Straten größtentheils von mergeliger Beschaffenheit sind, weswegen die fallenden Regenwässer oberflächlich sofort abrinnen müssen. Zwischen den einzelnen Thälern behielt das Land im wesentlichen seine ursprüngliche Höhe bei. Es bildet nunmehr ein System von wasserscheidenden Rücken, welche sich zwischen den einzelnen Thälern ebenso regelmäßig verzweigen, wie sich diese verästeln, und hierin besteht die strenge Gliederung der Landschaft. Das ganze Land zwischen Donau und Riss unterhalb Warthausen in Württemberg, zwischen der Paar, einem unbedeutenden Zufluss der Donau, und der Isar und Amper, der nördlich vom Isenflusse gelegene Theil des Landes zwischen Isar und Inn in Bayern, endlich das ganze öster-

Digitized by Google

reichische Alpenvorland zwischen der Mattig und der von der Ager und Traun befolgten Richtung gehört diesem Landschaftstypus an. Eine ziemlich allgemein verbreitete Eigenthümlichkeit der Thäler desselben besteht darin, dass sie asymmetrisch entfaltet sind, d. h. sie haben ein steileres Gehänge, das regelmäßig gegen Westen gekehrt ist, und ein in entgegengesetzter Richtung sich sanft abdachendes, ein Verhältnis, welches wahrscheinlich dem Umstande zuzuschreiben ist, dass die Flüsse während der Thalbildung durch die herrschenden Westwinde nach Osten getrieben wurden.

Im österreichischen Alpenvorlande zeigt die Tertiärlandschaft im Kobernauserwalde und Hausruck eine etwas abweichende Gestaltung. Sie erhebt sich hier nicht nur zu größeren Höhen als sonst, sondern auch die Art der Bodenkleidung wird eine andere. Beides ist lediglich dem Umstande zu danken, dass sich über die mergeligen Tertiärschichten hier noch jungtertiäre Quarzschotter in sehr großer Mächtigkeit breiten, welche das Regenwasser aufschlucken und daher der Abspülung besser trotzen als die lehmigen Schichten, dafür aber auch sehr steril sind. Unmittelbar unter den Schottern lagern die wichtigen Braunkohlenvorkommnisse von Wolfsegg und Thomasreuth, welche gleichfalls eine besondere Eigenthümlichkeit des österreichischen Alpenvorlandes bilden. Südlich von Wallsee, sowie wahrscheinlich zwischen Erlauf und Traisen erstrecken sich weitere Partien der Tertiärhügellandschaft im österreichischen Alpenvorlande.

Digitized by Google

Ganz abweichend von der Tertiärhügellandschaft erweist sich die Scenerie der beiden anderen Glieder des Alpenvorlandes. Die ausgedehnten Platten sind durch Stromthätigkeit aufgebaut worden, und zwar in einer Zeit, als die Flüsse des Gebietes nicht Thäler einzuschneiden vermochten, sondern umgekehrt das Land mit ihrem Gerölle verschütteten. Dies geschah gleichzeitig mit der Entwicklung der großen Gletscher in den Alpen, so dass der Eiszeit ein ganz hervorragender Antheil an der Entwicklung der Oberflächengestalt des gesammten nördlichen Alpenvorlandes zukommt.

Das Studium der großen Platten in Schwaben und Bayern hat zu dem übereinstimmenden Ergebnisse geführt, dass dieselben keineswegs aus einer einzigen Schotterablagerung, sondern aus deren mehreren, nämlich durchwegs drei bestehen. Dieselben lagern auf der schrägen Platte von München übereinander und sind durch Schichten von Verwitterungslehm getrennt, im schwäbischen Alpenvorlande und im Inn-Salzachgebiete sind sie hingegen dermaßen ineinander geschachtelt, dass der älteste Schotter eine weit ausgedehnte, sanft nordwärts fallende Decke bildet; es ist dies die Decke der diluvialen Nagelfluh, während der zweitälteste Schotter in Thälern angetroffen wird, welche jene Decke in einzelne langgedehnte schmale Abschnitte zerlegen. Er bildet hier gewöhnlich hochgelegene Terrassen, weswegen er als Hochterrassenschotter bezeichnet

Digitized by Google

wurde. Als tiefere Terrasse tritt endlich in den die Decke zerschneidenden Thälern der jüngste Schotter, der Niederterrassenschotter entgegen. Dazu ist aber zu bemerken, dass nicht jedes Thal sowohl Hoch- als auch Niederterrassenschotter aufweist, sondern dass manche Thäler nur durch das Auftreten der einen oder anderen Bildung ausgezeichnet ist. Diese Verhältnisse weisen darauf hin, dass zwischen Ablagerung zweier aufeinander folgenden Schotter eine Thalbildung stattgefunden hat, während welcher die Thäler mehr vertieft als nachher wieder aufgeschüttet wurden. In der Gegend von München war jedoch die Thalbildung zwischen Ablagerung zweier Schotterbildungen nur sehr unbeträchtlich, die eingeschnittenen Thäler wurden gelegentlich der Schotteranhäufung gänzlich eingeebnet.

Zwischen Traun und Enns tritt — wie schon erwähnt — das österreichische Alpenvorland als eine äußerst deutlich entwickelte Platte entgegen, welche sich am Fuße der Alpen unweit des Traunthales bis auf 500 *m* erhebt und sich von hier in sehr regelmäßiger Weise Traun abwärts senkt, so dass ihr tiefster Punkt unweit der Mündung des genannten Flusses in die Donau angetroffen wird. Derselbe hat eine Höhe von 325 *m*. Diese nordostwärts gerichtete Abdachung beherrscht die Platte in ihrer ganzen Ausdehnung, und die Isohypsen verlaufen im allgemeinen senkrecht zur Richtung der Traun. Die 350 *m*-Isohypse geht von letzterer unweit Ansfelden

Digitized by Google

aus und läuft so gerichtet über St. Florian nach Haag in Niederösterreich. Die Höhenlinie von 400 *m* entfernt sich gegenüber Günskirchen von der Traun und zieht sich über Unter-Rohr nach Sierning an der Steyr, ihr Verlauf ist Ost—Südost. Die 450 *m*-Curve läuft vom Traunfall zunächst rein östlich bis nach Voitsdorf, dann beschreibt sie eine Ausstülpung nordwärts um Kremsmünster herum und erreicht bei Adlwang den Fuß der Alpen. Die 500 *m*-Isohypse wird nur von vereinzelten Partien der Platte zwischen Vöcklamarkt und Gmunden überschritten. Wird von der Ausbiegung der 450 *m*-Linie gegen Norden abgesehen, welche eine der Platte sichtlich aufgesetzte Erhebung von Moränen umspannt, so findet sich, dass der Abstand der einzelnen Höhencurven der Platte im Osten an der Traun größer als längs der Enns ist.

In dieser an mathematische Regelmäßigkeit grenzenden Höhenentwicklung setzt sich die Platte über die Enns ostwärts fort und stößt an die Tertiärhügellandschaft von Wallsee; einer ihrer Ausläufer füllt die schmale Senke zwischen jener Landschaft und den Alpen aus und zieht sich längs des Urlbaches bis zur Ybbs.

Der geologische Aufbau der Traun-Ennsplatte gleicht durchaus jenem der schwäbischen Platte. Sie besteht aus einer Decke von Nagelfluh, deren diluviales Alter durch die Führung von Lössconchylien erwiesen wird. In den Thälern der Platte treten ferner Hoch- und Niederterrassen als selbständige Bildungen

Digitized by Google

auf. Wie in die anderen Platten des Alpenvorlandes beschränkt sich in der Traun-Ennsplatte die Decke der diluvialen Nagelfluh auf das Alpenvorland selbst, und vor dem Ausgange der großen Alpenthäler bricht sie regelmäßig ab, so dass sie in das Gebirge nicht verfolgt werden kann, und ihre muthmaßlichen Äquivalente, wie z. B. im Ennsthale, nicht durch unmittelbare Verfolgung festgestellt werden können. Anders die Hoch- und Niederterrassen. Während diese auf der schwäbischen, Münchener und Inn-Salzachplatte in nennenswerter Entfernung vom Gebirge aussetzen, ziehen sie sich tief in die Thäler der Steyr, der Enns sammt Salza und der Ybbs tief in die Kalkalpen hinein, ohne dass sich die mindeste Unterbrechung ihrer Gefällsverhältnisse feststellen ließe. Hieraus erhellt, dass seit Ablagerung der Hochterrassenschotter die österreichischen Kalkalpen keine ihnen eigenthümliche, sie vor dem Alpenvorlande auszeichnende Störung des Schichtbaues erlitten haben können. Österreichische Kalkalpen und Alpenvorland verhalten sich seit der Diluvialperiode als eine einheitliche Scholle. Andererseits aber schließt sich die Entwicklung der Hoch- und Niederterrassen der Traun-Ennsplatte wiederum jener der anderen Platten insoferne an, als die Niederterrassen sich durchwegs weiter südwärts als die Hochterrassen erstrecken, und dass beide je an Moränen enden. Es tauchen zuerst die Hochterrassen, dann die Niederterrassen an der Traun und Ager unter Moränen, und an der Enns kommen die Hochterrassen bereits bei

Digitized by Google

Reichraming, die Niederterrassen erst bei Hieflau mit Moränen in Contact. Die Hochterrassen der Krems verlieren sich in den Moränen von Kremsmünster, während sich die Niederterrassen an der Steyr und Teichl bis beinahe Windischgarsten verfolgen lassen. Während aber sonst sich die Niederterrassen nur etwa 5—10 *km* weiter südlich als die Hochterrassen erstrecken, erweist sich dieses nur für die westlichsten Bezirke der Traunplatte als stichhältig, nämlich längs der Traun und Ager, während im Enns- und Steyrgebiete die Enden der zusammenhängenden Hoch- und Niederterrassen um 27 *km*, beziehungsweise 55 *km* auseinanderliegen. Die räumliche Beziehung zwischen Schotterterrassen und Moränenentwicklung, wie sie sonst allenthalben im Alpenvorlande entgegentritt, wiederholt sich also auch im Bereiche der Traun-Ennsplatte. Schotterterrassen und Moränen schließen einander im allgemeinen aus. Ferner wiederholt sich dieselbe Regel in Bezug auf das gegenseitige Verhalten von Löss und Schotterterrassen, wie auf dem gesammten Alpenvorlande. Es ist die Decke der diluvialen Nagelfluh durchwegs mit Lehm bedeckt; gleiches gilt von den Hochterrassen, während die Niederterrassen nur eine ganz minimale Bodenkrume aufweisen. Wie in Schwaben und Bayern sind die Gebiete der Niederterrassen Oberösterreichs daher mit ausgedehnten Wäldern bestanden, während die Hochterrassen und Nagelfluhdecke als zwar häufig etwas trockene, im allgemeinen aber als sehr ergiebige Feldflächen ent-

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

Digitized by Google

gegentreten. Diese Lehmbedeckung geht in der Nähe der Donau in eine echte Lössdecke über, welche in der weiteren Umgebung von St. Forian die Platte vollständig überzieht, sowohl auf deren Höhen, wie auch an deren Gehängen auftretend, so dass sie die Ausstriche der Nagelfluhdecke und des darunter befindlichen Tertiärs gänzlich verhüllt. Neben dieser zusammenhängenden Lössbedeckung in der Nähe der Donau finden sich aber auch einzelne Vorkommnisse weiter im Süden bis in die Gegend von Steyr. Er reicht also im österreichischen Alpenvorlande im Gegensatze zum schwäbischen und bayerischen Alpenvorlande bis an den Fuß der Alpen.

Die drei einzelnen Glieder der Traun-Ennsplatte senken sich ebenso wie jene der schwäbischen oder der beiden bayerischen Platten nordwärts zur Donau hin. Die Verhältnisse lassen es undenkbar erscheinen, dass während der gesammten Diluvialperiode die Entwässerung in irgend welcher Weise anders als heute erfolgte. Es war das gesammte Traun- und Ennsgebiet schon damals auf die Greiner Donauenge angewiesen. Dieselbe ist daher, wie alle oberen Donauengen, prädiluvialen Alters. Zeitweilig allerdings während der Ablagerung der diluvialen Nagelfluh hat sich noch ein weiterer Ausweg der Gewässer geboten. Die Nagelfluhdecke senkt sich an der Enns nicht bloß nordwärts, sondern auch von dieser ostwärts bis in das Einzugsgebiet der Ybbs. Die Ennswässer konnten daher damals auch direct am Fuße der Alpen entlang ost-

Digitized by Google

wärts fließen. Zahlreiche Urgebirgsgeschiebe in der Nagelfluh von St. Peter in der Au verrathen, dass die Enns wenigstens einen Arm in dieser Richtung entsandte, welcher im Alpenvorlande die Greiner Enge umgieng. Aber dies kann nur ein Zweig der Enns gewesen sein, nicht die Summe der Gewässer, welche die Nagelfluhdecke anhäuften, denn letztere senkt sich an der Donau auf unter 340 *m* Höhe herab, während die Vorkommnisse von St. Peter bis über 350 *m* ansteigen. Zur Zeit der Hoch- und Niederterrassenschotterbildung aber existierte dieser östliche Ausweg nicht mehr.

Das Moränengebiet des österreichischen Alpenvorlandes ist im Vergleiche zu jenem des deutschen Alpenvorlandes also außerordentlich dürftig entwickelt. Es füllt nördlich vom Zeller- oder Irrsee und vom Attersee den ganzen Raum zwischen Alpen und Kobernauser Wald aus. Es gewinnt hier den Anschein, als ob an der letzterwähnten Erhebung sich die Gletscher gestaut hätten, welche die Alpen in den Thälern zwischen dem Höllengebirge und Kolomansberge verlassen haben, so dass es hier ganz ebenso wie auf dem deutschen Alpenvorlande zur Bildung einer zusammenhängenden Eismauer am Fuße des großen Hochgebirges kam. Weiter ostwärts verließen nur noch zwei Gletscher die Alpen, nämlich im Traunthale und im Thale der Krems, welch letzteres als die Fortsetzung des Gebirgsthales der Steyr anzusehen ist; diese beiden Gletscher schoben sich zungenförmig in das Alpenvorland vor, und zwar der

Digitized by Google

Steyr-Kremsgletscher weiter als der Traungletscher. Entfernte sich dieser nur 8 *km* vom Fuße der Alpen, so erstreckte sich jener fast 15 *km* weit hinaus in das Vorland, auf die Traun-Ennsplatte seine Moränen mindestens 50 *m* hoch aufbauend, so dass die 450 *m*-Isohypse, wie schon oben erwähnt, hier eine große Ausstülpung nach Norden beschreibt. Dies ist der östlichste aller jener zahlreichen Gletscher, welche während der Eiszeit die Alpen verließen. Das Stift Kremsmünster bezeichnet seinen nördlichsten Punkt.

Die Zusammensetzung des Moränenmateriales macht ersichtlich, dass es im wesentlichen die Eismassen der nördlichen Kalkalpen waren, welche sich in das österreichische Alpenvorland schoben. Alpenkalke aller Art, vornehmlich der Dachsteinkalk, in sehr namhafter Weise ferner Flyschgeschiebe, betheiligen sich an der Zusammensetzung der Moränen; allerdings fehlen demselben kaum je einzelne Urgebirgsgerölle. Allein da die Quarzschotter des Hausrucks deren enthalten, so ist gewiss anzunehmen, dass bereits früher ein Transport von centralalpinen Gesteinen gerade im Salzkammergute quer durch die Kalkalpen stattgefunden hat, und die von Simony beschriebenen Nagelfluhgebilde des Koppenthales zeugen sicher von einem solchen Transporte, ebenso wie die weit älteren Augensteinconglomerate auf dem Dachsteinplateau. Unter solchen Umständen kann man jenen Geröllen in den oberösterreichischen Moränen ebensowenig Gewicht beilegen wie den in der

Digitized by Google

Nagelfluhdecke und den Hoch- und Niederterrassenschottern des Traungebietes auftretenden und darf sie nicht als erratische bezeichnen. Jedenfalls fehlen aber überall große, eckige Gneis- und Hornblendeschieferblöcke in den oberösterreichischen Moränen, welche auf einen directen Gletschertransport aus den Centralalpen quer durch die Kalkalpen zu folgern gestatten.

Müssen aber die Gletscher Oberösterreichs, welche das Alpenvorland betraten, als Abflüsse der Kalkalpen angesehen werden, so gewinnt eine Thatsache sehr an Bedeutung, nämlich die, dass dieselben an die großen, massigen Gebirgsklötze gebunden sind, welche die Kalkalpen des Salzkammergutes auszeichnen und hier bis auf über 2500 *m* Erhebung aufstreben. A. Böhm [1]) hat dieselben insgesammt als Salzburger Kalkalpen bezeichnet, und die von ihm aufgestellte Ostgrenze der letzteren gegenüber den österreichischen Kalkalpen erweist sich zugleich als Ostgrenze der großen subalpinen Vereisung. Sobald die Kalkalpen unter 2500 *m* Gipfelhöhe herabsinken, senden sie keine Gletscher mehr auf das Alpenvorland. Die Wechselbeziehung zwischen der Gletscherentwicklung vor dem Gebirge und der Gestaltung des letzteren, welche im deutschen Alpenvorlande constatiert wurde, trifft auch für das österreichische zu.

In Bezug auf seinen Aufbau stimmt das oberösterreichische Moränengebiet vollständig mit dem schwä-

[1]) Eintheilung der Ostalpen, Geogr. Abhandl., I, 3, 1887, S. 414 und 427.

Digitized by Google

bisch-oberbayerischen überein. Hier wie da sondern sich äußere ältere und innere jüngere Moränen und bilden eine Umwallung um eine gewöhnlich am Ausgange eines Alpenthales gelegene beckenförmige Einsenkung, nämlich die centrale Depression, welche letztere von den schönen oberösterreichischen Seen, namentlich vom Traun- und Attersee eingenommen werden. Hier wie da endlich stellt sich heraus, dass den äußeren älteren Moränen die Hochterrassenschotter, den inneren jüngeren Moränen die Niederterrassenschotter als fluvioglaciale Bildungen, als die Anschwemmungen der Gletscherströme entsprechen. Aus allen diesen Verhältnissen kann auch nur der Schluss auf eine Wiederholung der Vereisung hergeleitet werden. Während aber das deutsche Alpenvorland von beiden Vereisungen betroffen wurde, lässt sich Gleiches nicht vom österreichischen behaupten, denn die zweite Vergletscherung erstreckte sich hier nirgends aus dem Gebirge heraus, sie erreichte im Irrseethale, am Kammer- und Traunsee gerade den Rand der Alpen und blieb im Thale der Vöckla, dürren Ager, sowie namentlich im Krems-Steyrthale tief im Gebirge stecken. Die End- und Ufermoränen dieser zweiten Vergletscherung sind im Thale der dürren Ager, sowie längs des Traunsees bei der geologischen Aufnahme Oberösterreichs als Tertiär bezeichnet, während das im Kremsthale bei Kirchdorf angegebene Jungtertiär theils den Moränen der älteren Vergletscherung entspricht, theils einfachen Schuttkegeln. Damit aber nun fallen die Beweise für

Digitized by Google

das hohe Alter der oberösterreichischen Alpenthalausgänge, und es schwindet die letzte Differenz in der Structur des Alpenvorlandes beiderseits der Mattig.

Es stimmt in Bezug auf seine äußere Gestalt und seinen inneren Bau das österreichische Alpenvorland genau mit dem deutschen überein. Beide lagen in der jüngeren Tertiärperiode noch unter den Fluten des Meeres und wurden, nachdem sie aufgetaucht waren, von den Anschwemmungen eines großen mächtigen Stromes überschüttet. Das sind die jüngsten Tertiärbildungen. Zur Zeit von deren Bildung glich das Alpenvorland der heutigen Poebene. Dann begann die Donau einzuschneiden; es wurde das Land von Thälern zertheilt, es entwickelte sich die Tertiärhügellandschaft. Da kam die Eiszeit. Gletscher erstreckten sich auf das Vorland und schufen das Moränengebiet mit seinen Seebecken und seiner Moränenlandschaft, während ihre Flüsse früher gebildete Thäler verschütteten. Mindestens zweimal wiederholten sich Ausbrüche des Eises, dreimal häuften die Flüsse Geröllbildungen, nämlich den Deckenschotter, den Hoch- und den Niederterrassenschotter an. In den Zwischenzeiten aber wurden die Thäler weiter vertieft, und zwar mehr, als sie später zugeschüttet wurden. Darum sind die Niederterrassen in die Hochterrassen hineingebaut, und letztere lagern unter dem Niveau der Nagelfluhdecke. Seitdem die Niederterrassen aufgeschüttet worden sind, haben die Flüsse ihr Bett noch nicht vollständig wieder bis zur früher besessenen Tiefe eingeschnitten.

Digitized by Google

Digitized by Google

Über

Fortschritte in der Photographie.

Von

Prof. Dr. J. M. Eder.

Vortrag, gehalten den 12. März 1890.

(Mit Demonstrationen.)

Digitized by Google

Digitized by Google

Die Fortschritte auf dem Gebiete der Photographie in den letzten Jahren sind derartig viel verzweigt über das gesammte Gebiet der wissenschaftlichen Photographie (Optik, Mikroskopie, Spectralanalyse), sowie der reproducierenden Künste, so dass sich der gegenwärtige Vortrag nur mit einzelnen Neuerungen, welche allgemeines Interesse beanspruchen, befassen kann.

Gegenwärtig arbeiten viele reisende Künstler und Naturforscher mit sogenannten Detectiv- oder Künstlercameras; es kommen gegenwärtig zahlreiche gute Geheimcameras in verschiedener Form in den Handel, welche bald die Form von Büchern, kleinen Kästchen etc. besitzen, um möglichst unauffällig verwendet zu werden.

An der k. k. Lehr- und Versuchsanstalt für Photographie und Reproductionsverfahren in Wien stehen z. B. die Geheimcameras von Dr. Krügener, Stirn, Dr. Steinheil (München), Goerz (Berlin), Fritsch (Wien) und andere in Verwendung. Kleine „Sucher" bewirken, dass man den zu photographierenden Gegenstand gut in das Gesichtsfeld bringt.[1])

---

[1]) Dieselben wurden vom Vortragenden näher erklärt und demonstriert.

Digitized by Google

Eine weitere häufig verwendete Neuerung ist die Anwendung von Magnesiumblitzlicht. Am leichtesten stellt man es her, wenn man einige Decigramm pulveriges, metallisches Magnesium durch eine Glasröhre in eine Kerzen- oder Lampenflamme bläst. Die Verbrennung des fein zertheilten Magnesiums erfolgt blitzartig schnell. Man kann auch mittels eines Gummiballons pneumatisch in eine ringförmige Weingeistflamme blasen und erhält dadurch eine sicher zu controlierende Lichtwirkung.

Einige Decigramm Magnesiumpulver genügen zu einer Porträtaufnahme. Gute Lampen dieser Art wurden von Schirm in Berlin, Ritter von Loehr in Wien und Dr. Hesekiel in Berlin construiert, welche Apparate der Versammlung in Thätigkeit vorgeführt wurden.[1])

Auf diese Weise kann man Porträt- und Gruppenaufnahmen bei Nacht vornehmen (schöne Bilder dieser Art würden vom Vortragenden vorgezeigt, insbesondere Magnesiumblitzaufnahmen der k. k. Lehr- und Versuchsanstalt für Photographie, ferner von Herrn Dr. Hoffmann und Ritter von Loehr in Wien). Schirm errichtete Ende 1889 in Berlin ein Atelier, in welchem ausschließlich mit Magnesiumblitzlicht gearbeitet wird. Als „Atelier" dient ein durch ein Fenster mäßig erhelltes geräumiges Zimmer. Als Lampen dienen

---

[1]) Über die Einrichtung dieser Apparate siehe Eders Jahrbuch für Photographie und Reproductionstechnik, 1890.

Digitized by Google

mehrere Bunsen-Brenner (bis 20 Stück), durch welche Magnesium geblasen wird. Auch das Copieren erfolgt mittels Magnesiumblitzlicht auf Eastmans Bromsilber-Gelatinepapier ($1^1/_2$ Centigramm Magnesium, Distanz des Copierrahmens 120 *cm*).

Auch kann man Mischungen von Magnesiumpulver mit sauerstoffreichen Körpern verwenden, um ein rasch verpuffendes, sehr helles Licht zu erzeugen.

Von Prof. Dr. M. Müller erschien ein interessantes Werk: Bedeutung und Verwendung des Magnesiumlichtes in der Photographie, 1889 (Weimar). Daselbst werden die ausgezeichneten Magnesiumblitzlicht-Photographien Prof. M. Müllers im Inneren der kürzlich erforschten Hermannshöhle bei Rübeland (Harz) beschrieben. In dem Buche „Die Hermannshöhle bei Rübeland" von Dr. Kloos und Dr. Müller (Verlag der Deutschen Photographen-Zeitung in Weimar, 1890) werden diese schönen Aufnahmen in Quartformat im Lichtdruck wiedergegeben. Dr. Müller verwendet ein Gemisch von überchlorsaurem Kali (Kaliumperchlorat, $KClO_4$) und Magnesiumpulver, welches beim Anzünden nach der Gleichung

$$KClO_4 + Mg_4 = KCl + 4MgO$$

verbrennt. Das überchlorsaure Kali verpufft mit Magnesium viel heftiger als mit chlorsaurem Kali; das Licht ist äußerst intensiv.

Etwas langsamer, aber gleichfalls sehr intensiv verbrennt ein Gemisch von

Digitized by Google

30 Theilen überchlorsaurem Kali,
30 „ chlorsaurem Kali,
40 „ Magnesiumpulver.

Jeder Bestandtheil wird für sich allein zuvor gepulvert und dann vorsichtig auf Papier (mit den Fingern) gemischt. Das Entzünden bei unbeweglichen Gegenständen geschieht, indem man Salpeterpapier als Zünder herstellt. Man zieht zu diesem Zwecke Streifen von starkem Fließpapier durch eine kaltgesättigte Lösung von Kalisalpeter und hängt zum Trocknen auf. Ein etwa 10 *mm* breites Salpeterpapier wird dachförmig (/\) gekniffft, in das auf einen Haufen geschüttete Blitzpulver hineingeschoben und an einem Ende entzündet. Das Salpeterpapier glimmt langsam und zündet sicher. Zu Porträtaufnahmen ist diese Art der Entzündung nicht geeignet, weil vor der Entzündung der Hauptmasse sich kleine Lichtblitze momentan zeigen, welche die Person beunruhigen. In diesem Falle bindet man eine Rolle Salpeterpapier an einen langen Stock und berührt mit dem zum Glimmen gebrachten Papier die Blitzpulvermischung, die sich augenblicklich entzündet.

Durch den elektrischen Funken oder Inductionsfunken ist das Gemisch nicht zu entzünden.

Besser mit einem durch Elektricität zum Glühen gebrachten Draht; jedoch wird die dünne Platinschlinge jedesmal bei der Verpuffung zerstört. Dr. Müller verwendet auch eine pneumatische Entzündung seines Blitzpulver. Er bläst mittels eines Kautschukballons

Digitized by Google

aus einer Glasröhre Lycopodiumstaub (Hexenmehl) in eine Weingeistflamme, wodurch ein weitgehender Feuerstrahl entsteht, der auf das Magnesiumgemisch trifft (mit Figur in dem citierten Buche).

Dr. Müller benutzte für seine Höhlenbilder 1. ein Voigtländer-Euryskop Nr. 4 (IV) von 366 *mm* Brennweite; 2. ein Voigtländer-Weitwinkeleuryskop Nr. 4 von 235 *mm* Brennweite; 3. ein Weitwinkelobjectiv von 177 *m* Brennweite. Je weiter der aufzunehmende Gegenstand entfernt ist, desto mehr Magnesiummischung braucht man. Zum Beispiel braucht man für das Verhältnis von Brennweite (f) zu Linsen- oder Blendendurchmesser (a) $= \left(\frac{f}{a}\right)^2 = 100$ annähernd 3 Gramm Magnesiummischung, im Falle der Gegenstand 7 *m* von der Camera entfernt ist.

Bemerkenswert ist ferner die von Ernest Cohen in Amsterdam ausgeführte Photographie schwimmender Fische.

Die Herausgabe eines Werkes von Herrn Dr. Rombouts, welches die Beschreibung der sich im amsterdamer zoologischen Garten befindlichen Thiere umfasst, hat Veranlassung gegeben zur Ausführung einer Reihe Momentaufnahmen mit Hilfe des Blitzpulverlichtes.

Die darauf bezüglichen Experimente sollen hier besprochen werden. Zweck dieser Aufnahmen war die Herstellung von Photographien der Fische, welche sich in den Bassins des hiesigen Aquariums befinden.

Digitized by Google

Es handelte sich also darum, Bilder von schwimmenden Fischen herzustellen unter den ungünstigen Beleuchtungsverhältnissen, in welchen sich diese in den Bassins aufhalten.

Da die Lagen, welche die Fische während des Schwimmens einnehmen, sich fortwährend ändern und diese Änderungen sehr schnell stattfinden, konnte natürlicherweise nur von Momentbildern die Rede sein. Das Tageslicht hat indessen, wie jeder weiß, der ein Aquarium gesehen hat, nur spärlichen Zutritt zu den Bassins; wir mussten also gleich dazu kommen, unsere Zuflucht bei dem Blitzpulverlicht zu suchen, welches bekanntlich für Momentaufnahmen sehr geeignet ist.

Ehe wir hier aber eine Beschreibung der Ausführung der Aufnahmen geben, wollen wir uns den Schwierigkeiten zuwenden, welche von vornherein berechnet werden konnten.

Die Bassins, in welchen die Fische leben, sind einige Meter tief, d. h. die Distanz von der Vorderwand (Glas) bis zur Hinterwand beträgt einige Meter. Da nun die Fische frei umher schwimmen können, ihre Lage zur Vorderwand sich also jeden Augenblick ändert, so war es unmöglich, jeden Fisch für sich auf der Visierplatte der Apparate scharf einzustellen und musste man sich damit begnügen, dieses zu thun, was das ganze Bassin betrifft. Die Aufnahme musste dann stattfinden gerade in dem Augenblicke, in welchem sich zufälliger Weise mehrere Fische nahe hinter der

Digitized by Google

vorderen Glaswand befanden. Dass diese Distanz nicht groß sein durfte, hat zwei Gründe: 1. würde, wenn sich zwischen den Fischen und dem Glase eine große Wassermasse befände, diese eine große Quantität Licht absorbieren, und 2. würde die Unschärfe des Bildes eine bedeutende werden infolge der Deformationen, welche das Bild von jedem in einer Flüssigkeit sich befindenden Körper erleidet.

Zur ersten Aufnahme, welche gemacht wurde, stellte man zwei photographische Apparate (mit Aplanaten versehen) in einer gewissen Distanz von dem Bassin auf, und nachdem die empfindlichen Platten in den Apparat gebracht waren, wurde nach Öffnung der Objective auf einer Bank dicht vor dem Bassin das Blitzpulver abgebrannt. Was zeigte sich aber bei der Hervorrufung des Bildes? Dass eine Anzahl Reflexe die Bilder vollständig verdarben.

Erstens wurde das Licht ziemlich stark auf der Glaswand des Wasserreservoirs, welches aufgenommen war, reflectiert, welches zur Folge hatte, dass das Bild der Blitzpulverflamme auf der Platte erschien, zweitens aber, und dieses schadete am meisten, zeigte sich das unscharfe Bild der Apparate und der sich hinter diesen befindenden Personen.

Eine nähere Untersuchung ergab, dass die Glaswand des photographierten Bassins und die sich an der gegenüberliegenden Seite des Saales befindliche als Spiegel fungiert hatten.

Die störenden Reflexe, verursacht durch die hinter

Digitized by Google

den Apparaten liegenden Glaswände, wurden weggenommen, indem man diese Scheiben mit schwarzen Tüchern verhängte.

Dem Eintreten der Strahlen des reflectierten Bildes der Flamme in die Objective wurde vorgebeugt durch Abzünden des Lichtes in einer auf drei hohen Füßen stehenden Kiste, welche neben dem Apparate aufgestellt war. Weiter wurde die Richtung der auf das Bassin einfallenden Strahlen in der Weise reguliert, dass sie nach dem Reflectieren nicht in die Objective der Apparate eindringen konnten.

Da immer ein wenig natürliches Licht in die Bassins scheint (man konnte dieselben von oben nicht zudecken, denn wenn dieses geschah und es also in dem Wasser dunkel war, legten die Fische sich auf den Boden und machten die Aufnahme unmöglich), war es von großer Wichtigkeit, die Objective gerade in dem geeigneten Momente zu öffnen und zu schließen, damit das Tageslicht nicht vor und nach dem Abbrennen des Pulvers einwirken konnte.

Dieses zu erreichen, wurde jedem Objectiv ein Luftdruck-Momentverschluss aufgesetzt. Derjenige, welcher das Pulver anzündete, hielt in der einen Hand einen Zünder, in der andern die Gummibirne, welche beide Verschlüsse in Thätigkeit setzte. Sobald der Zünder das Pulver berührte, wurden durch einen leisen Druck auf die Birne die Verschlüsse geöffnet, das Pulver blitzte auf und gleich darauf folgte der Schluss der Objective. Bei der Entwicklung der Bilder zeigte sich

Digitized by Google

keine Vorwirkung des Lichtes. Beigefügte Bilder sind Reproductionen der in dieser Weise hergestellten Aufnahmen.

Eine der Aufnahmen zeigt uns einen Stör in dem Augenblicke, wo er von oben nach unten durch das Bassin schwimmt. Da das Bild scharf ist, ungeachtet der ziemlich großen Geschwindigkeit, mit welcher der Fisch sich während der Aufnahme fortbewegte, und der nicht sehr großen Distanz zwischen Camera und Bassin, muss die Dauer der Aufnahme eine ungemein kurze gewesen sein. Eine andere Aufnahme bringt dieses in höherem Maße. Die Forellen bewegten sich äußerst schnell durch- und übereinander. Das Bild konnte jedoch noch $1^1/_2$mal vergrößert werden.

Durch die Erfindung des Magnesiumblitzlichtes ist nun auch die Hauptschwierigkeit der Augenphotographie völlig behoben.

Herr Miethe legte im Verein der Freunde der Photographie in Berlin eine auf Veranlassung von Dr. Dubois-Reymond mit Magnesiumblitz aufgenommene lebensgroße Photographie eines im Dunkeln abgeruhten menschlichen Auges vor. Ganz auffallend auf derselben war die außerordentliche Erweiterung der Pupille, deren Öffnung 10 *mm* betrug.

Am 2. März 1888 legte Prof. Cohn der medicinischen Section in Breslau zum erstenmale gelungene Photographien von gesunden und kranken Augen vor.

Er verreibt eine große Messerspitze Magnesiumpulver mit ebensoviel frischgepulvertem chlorsauren

Digitized by Google

Kalk auf einem Papiere mit dem Finger recht innig, die kleine Menge (circa 0·02 Gramm) genügt für fünf bis sechs Aufnahmen. Dann nahm Prof. Cohn eine Spur Pulver, soviel zwischen zwei Fingern bleibt, schüttet sie auf ein rundes Blech, dass 15 *mm* Durchmesser und einen Rand von 5 *mm* hat, und entzündet mit Feuerwerkszünder, welcher auf ein 15 *cm* langes Hölzchen gesteckt und glimmend in das Blitzpulver gesteckt wird. Diese kleine Menge in einer Distanz von 50 bis 70 *cm* vom Auge abgebrannt gibt die treuesten Bilder des Auges; ein Qualm ist nicht bemerkbar. Die Wirkung des Pulvers ist eine so rapide, dass sich die im Finstern befindliche große Pupille erst zusammenzieht, sobald das Momentbild beendigt ist. Es gelang auch hiermit zum erstenmale, photographische Bilder vom Sehnerven zu erhalten.

So war es möglich, die treuesten Bilder von angeborener Pupillarmembran, von angeborenem Iriscolobom und von der wirklich im Dunkeln bestehenden Größe der Pupille zu erhalten.

Die Wirkung des Blitzpulvers ist eine so fabelhaft schnelle, dass die im Finstern befindliche große Pupille sich erst zusammenzieht, sobald die Momentphotographie beendet ist. Prof. Cohn konnte an lebensgroß aufgenommenen Augen von Studenten im 18. bis 22. Lebensjahre, die nicht myopisch, sondern emmetropisch waren, nachweisen, dass ihre Pupillen im Dunkeln 8—9 *mm* Durchmesser haben, so dass jeder, der die Photographien sieht, glaubt, es handle sich um

Digitized by Google

atropinisierte Pupillen oder um amaurotische Augen. Personen in den Vierzigerjahren zeigten eine Dunkelpupille von 6 *mm*.

Kurze Zeit darauf ersetzte Prof. Cohn das explosive Magnesiumblitzpulver durch reines Magnesiumpulver, welches er durch eine Benzinkerze bläst.

Als Beleg, dass mit dieser Methode völlig ausexponierte scharfe Bilder erhalten werden, stellte Prof. Cohn zahlreiche Photographien des Auges her.

Ferner lassen Prof. Cohn's Photographien vom grauen Staar, von Pupillarmembran, vom Sehnerven (aus dem Perrin'schen Augenphantom) an Prägnanz wohl kaum etwas zu wünschen.

Das künstliche Licht wird auch häufig zur Mikrophotographie benützt, und zwar: Drummond'sches Kalklicht oder besser Magnesiastifte, welche durch Knallgasgebläse weißglühend gemacht werden.

Auf diese Weise wurden an der k. k. Lehr- und Versuchsanstalt für Photographie in Wien von Dr. Eder und R. v. Reisinger 18 Mikrophotographien nach Gesteinsdünnschliffen, von Gesteinen, welche Herr Prof. Toula gelegentlich seiner Forschungsreise im Balkan sammelte, und zwar zum Theil bei polarisiertem Lichte aufgenommen, welche zu einer Abhandlung von H. Rosiwal (technische Hochschule in Wien) in den Sitzungsberichten der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien erscheinen. Ferner wurde 1889 an derselben Anstalt der von Dr. Adametz in Wien entdeckte Bacillus der schleimigen Milch (Ba-

Digitized by Google

cillus mit Schleimhülle) bei ungefähr 700facher Vergrößerung photographiert (Phot. Corresp., 1889).

Interessant ist ferner die Anwendung der Photographie im Dienste der Justiz. Es wird nämlich in neuerer Zeit die Photographie öfters angewendet, um Fälschungen in Urkunden zu entdecken, indem Stellen, welche radiert und mit anderer Tinte überschrieben sind, sich in der Regel im photographischen Bilde anders ausnehmen als der Originaltext. In einer Anklagesache vor dem Potsdamer Landesgericht wies Dr. Jeserich mit Hilfe der Photographie nach, dass in einer Urkunde eine andere Zahl mit einer anderen Feder geschrieben worden war (Phot. Archiv, 1889, S. 104).

Ein schwieriger Fall lag der k. k. Lehr- und Versuchsanstalt für Photographie in Wien im Jahre 1889 vor: Es war ein Document mit Tinte und Tusche überschüttet worden, und es waren von den Gerichtschemikern auf chemischem Wege (mittels Waschen mit Wasser, Citronensäure etc.) zum Theil die darunter befindlichen Schriftzüge und Ziffern lesbar gemacht worden. Zur Entzifferung weiterer Schriftzüge wurde das Document bei starkem Gaslichte photographiert, und es ergab bei gewisser Beleuchtung und richtiger Exposition (theils auf orthochromatischen, theils auf gewöhnlichen Gelatineplatten) die Photographie Details der unter der Tinte befindlichen Schriftzüge, welche für das Auge unsichtbar blieben.

Es wurden in Paris große Einrichtungen für polizeiliche Photographie getroffen und ein

Digitized by Google

großer Wartesaal, ein Aufnahmeatelier für Porträte der Verhafteten, ein Reproductionsatelier (für Documenteprüfung etc.), Dunkelkammern, Copierräume etc. eingerichtet. Retouche der Negative ist für die gerichtliche Photographie untersagt.

In Hamburg ist seitens der Polizei ein photographisches Atelier errichtet, welches sich im Stadthaus befindet, zwei Photographen und einen Copierer beschäftigt und zur Aufnahme der Personen dient, welche aus dem Zuchthause entlassen sind etc. Ferner werden die Leichen Verunglückter und Selbstmörder photographiert. Bei Aufnahmen von Thatbeständen während der Nacht bedient man sich des Magnesiumblitzlichtes.

Unter den neueren Copierprocessen, welche in der praktischen Photographie in der letzten Zeit auftauchten, verdient der Platindruck (Platinotypie) besondere Beachtung. Bei der gewöhnlichen Photographie werden lichtempfindliche Silbersalze verwendet, mittels welcher man photographische Bilder erzeugt, die aus feinzertheiltem, dunklen, metallischen Silber bestehen; die so erhaltenen gewöhnlichen Silbercopien auf Eiweißpapier lassen an Haltbarkeit viel zu wünschen übrig, dagegen erzeugt man in neuerer Zeit photographische Papierbilder, bei welchen das Bild aus feinzertheiltem schwärzlichen Platinmoor besteht — solche Bilder nennt man Platindrucke und diese zeichnen sich durch absolute Unvergänglichkeit aus.

Die Herstellung geschieht auf folgende Weise:

Digitized by Google

Man bestreicht Papier mit einer Mischung von oxalsaurem Eisenoxyd und Kaliumplatinchlorür; diese Papiere werden unter einem photographischen Glasnegative dem Lichte ausgesetzt. An den vom Lichte getroffenen Stellen wird das oxalsaure Eisenoxyd zu oxalsaurem Eisenoxydul reduciert, welches auf das vorhandene Platinsalz seinerseits wieder zersetzend wirkt; diese secundäre Zersetzung des Platinsalzes zu metallischem Platin erfolgt aber schwach und langsam, so dass für das Auge nur ein undeutliches Bild in schwachen, dunklen Umrissen sichtbar wird. Überzieht man aber ein solches Papierbild mit einer heißen Lösung von oxalsaurem Kali, so erscheint sofort ein kräftiges, schwarzes Bild mit zartem Halbschatten und schöner Bildwirkung; der Grund liegt darin, dass das oxalsaure Kalium mit dem oxalsauren Eisenoxydul ein äußerst stark reducierendes Doppelsalz bildet, welches an den vom Licht getroffenen Stellen (d. h. dort, wo durch Lichtwirkung Eisenoxydul entstanden ist) feinvertheiltes, schwarzes Platin ausscheidet.

Hierauf wäscht man mit verdünnter Salzsäure, um die Reste der Eisensalze zu entfernen, worauf mit viel Wasser gewaschen wird; auf diese Weise wird das Bild vollkommen fixiert.[1]) Die Platindrucke sind kostspieliger als gewöhnliche Silberphotographien, sind

[1]) Der Vortragende entwickelte vor der Versammlung einige Platindrucke, welche sämmtliche nach kurzer Zeit fertig gemacht sind und als gelungene Photographien völlig fixiert in Circulation gebracht werden. Über die Einzelheiten

Digitized by Google

diesen aber an künstlerischer Wirkung weitaus überlegen und erinnern an die von Künstlerhand ausgeführten Kupferradierungen.

Der Platindruck, welcher in England erfunden wurde, wird gegenwärtig in Wien in einzelnen photographischen Ateliers ausgeübt und findet namentlich an der k. k. Lehr- und Versuchsanstalt für Photographie und Reproductionsverfahren in Wien seine Pflege.

Als völlig neu werden dem Vereine die Versuche von Veress in Klausenburg über Photographie in natürlichen Farben vorgelegt.

Durch die Freundlichkeit des Herrn E. von Gothard in Hereny in Ungarn erhielt ich Photographien in natürlichen Farben von Herrn Franz Veress in Klausenburg, welche theils auf Glas befindlich und in der Durchsicht zu betrachten waren, theils aber auf Papier hergestellt und in der Aufsicht zu besehen sind.

Die Glasbilder zeigen insbesondere einen schönen rubinrothen Ton, welcher bei der Mehrzahl der Diapositive auch als Grundton überwog. Darauf hebt sich ein lebhaft gefärbtes brillantes Bild ab, in welchem insbesondere tiefes Rubinroth bis helles Orange sehr deutlich wahrzunehmen ist; daneben zeigt sich ein deutliches Blauviolett bis Blau, während Grün unter den

---

dieses interessanten Verfahrens siehe Eders Ausführliches Handbuch der Photographie bei W. Knapp in Halle an der Saale (Heft 13, über Platindruck).

Digitized by Google

vorliegenden Bildern nicht vertreten ist. Die Contouren des photographischen Bildes sind vollkommen scharf, und es differenzieren sich die einzelnen scharfen Partien des Glasbildes vollkommen deutlich von einander.

Die Papierbilder besitzen einen graubraunen Grundton, von welchem sich ungemein präcis die Photographie in natürlichen Farben abhebt; auch hier überwiegen die rubinrothen bis orangegelben Farbentöne; an einem Bilde findet sich auch ein deutliches Blauviolett vor. Die erwähnten Photographien sind bis zu einem gewissen Grade fixiert, indem sie bei einem mehrstündigen Liegen in einem hellen Zimmer sich nicht im geringsten verändert haben; überdies wurden sie oftmals bei Tageslicht von verschiedenen Personen ohne jede Vorsichtsmaßregel besichtigt, ohne dadurch beschädigt worden zu sein. Eine strenge Probe auf die Lichtbeständigkeit dieser Photochromien wurde bis jetzt von mir nicht vorgenommen, damit die Farbentöne nicht vielleicht leiden, bevor sie in der Versammlung vorgelegt werden.

Über die Herstellung theilte Herr E. von Gothard mir einige Daten brieflich mit. Das farbenempfindliche Präparat ist eine Silberchlorür-Collodion- oder Gelatine-Emulsion, welche eigenthümlich präpariert ist und auf Glas oder Papier gegossen wird. Die Platte wird in einem Copierrahmen — auf Glas zwei bis drei Stunden, auf Papier drei Tage — unter einer transparenten, colorierten Zeichnung exponiert; die Farbe der Emulsionsschicht ist braunroth; das Bild erscheint in einigen

Digitized by Google

Minuten negativ, die dunklen Stellen erscheinen weiß, die Farben entwickeln sich langsam, dann wird das Bild in einem alkalischen Bade fixiert, wodurch die Farben noch intensiver werden. In der Camera braucht man mehrwöchentliche Belichtung.

Herr Veress hat die Sache schon so weit vervollkommnet, dass er einen Sensibilisator gefunden hat, welcher die ursprüngliche Exposition sehr bedeutend abkürzen kann.

Nach meiner Vermuthung handelt es sich bei diesem Processe der Photochromie um eine glückliche Anwendung der von Carea Lea vor zwei Jahren beschriebenen Photochloride des Silbers, welche wahrscheinlich dieselben Substanzen sind, mit denen schon vor 50 Jahren John Herschel (1840), Edmund Becquerel (1847, 1848 und 1855), Niepce de St. Victor (1851 bis 1866) experimentierten und worüber Zenker in seiner „Photochromie" berichtete.

Meines Wissens ist die Anwendung des farbenempfindlichen Chlorsilbers in Form einer Emulsion bisher noch nicht oder sehr selten versucht, und es scheint, dass der sehr geschickte Experimentator, Herr Veress, bei seiner Photographie in natürlichen Farben dieser Combination seine anerkennenswerten Erfolge verdankt.

In Anbetracht des Umstandes, dass Herr Veress nach $1^1/_2$jährigem Experimentieren schon solche Resultate aufweisen kann, ist zu erwarten, dass er bei der Fortsetzung seiner Versuche der Lösung des Pro-

Digitized by Google

blemes der Photographie in natürlichen Farben wesentlich näherrücken wird.

Schon gegenwärtig ist, trotz der Unvollkommenheiten der vorliegenden ersten Proben, zu constatieren, dass die Experimente des Herrn Veress mit sehr gutem Erfolge durchgeführt sind, und insbesondere wäre es von fundamentaler Bedeutung, wenn ihm die bleibende Fixierung der Photographie in natürlichen Farben gelungen wäre. Neben dieser Errungenschaft würde der Umstand, dass nicht alle Farben mit gleicher Lebhaftigkeit sich abzubilden scheinen, in den Hintergrund treten.

Digitized by Google

Digitized by Google

Der Steinwald (Tikili Tasch) bei Ailadin (westlich von Varna).

Digitized by Google

Reisen und geologische Untersuchungen

in

Bulgarien.

Von

Franz Toula,
o. ö. Professor an der k. k. technischen Hochschule in Wien.

Vortrag, gehalten den 19. März 1890.

Mit 1 geologischen Karte, 4 geologischen Profilen, 7 Vollbildern und 2 Abbildungen im Texte.

Digitized by Google

Digitized by Google

I.[1])

Die Naturforschung frägt nicht um politische Grenzen und sie geht auf friedliche Eroberung aus, ohne sonderlich Rücksicht zu nehmen auf die Vertheilung der Staatengebilde. In diesem Sinne darf man auch von wissenschaftlichen Interessensphären des einen oder anderen Staates oder Volkes sprechen, ohne befürchten zu müssen, missverstanden zu werden, und in diesem edelsten Sinne darf man auch die ganze Balkanhalbinsel als in der naturwissenschaftlichen Interessensphäre Österreichs gelegen bezeichnen, ja noch weit darüber hinaus erstreckt sich diese nach Südosten, und in der That, es fällt wohl kaum jemandem ein, die Richtigkeit des Ausspruches zu bezweifeln, dass der Orient das natürliche Arbeitsgebiet der österreichischen Naturforscher und Geographen sei, und wenn irgendwo das Princip der Theilung der Arbeit richtig ist, so

[1]) Es bedarf wohl nicht erst der weiteren Anführung, dass der Vortrag nicht so gehalten wurde, wie er nun im Drucke vorliegt. In der Zeit einer Stunde liessen sich nur gedrängte Darstellungen geben, doch wollte es der Verfasser nicht unterlassen, ein vollständigeres Bild auszugestalten.

Digitized by Google

ist es auch in Bezug auf diese Frage richtig. Alle diejenigen aber, welche sich in dem Bestreben bethätigen, ein Zersplittern unserer Kräfte in alle Welt hin zu verhüten und welche zielbewusst die Aufmerksamkeit auf das naturgemäße Operationsfeld der österreichischen Forscher zu lenken sich bemühen, verdienen dafür nur Dank.

Diese Tendenz verfocht Penck in seinem so viel Staub aufwirbelnden Vortrage: „Ziele der Erdkunde in Österreich“ (gehalten in der k. k. geographischen Gesellschaft in Wien am 22. November 1887), und in diesem Sinne sprach sich auch Dr. O. Stapf in seinem Vortrage über den Antheil Österreich-Ungarns an der naturgeschichtlichen Erforschung des Orientes aus (Vortrag, gehalten im Wissenschaftlichen Club am 10. December 1888), indem er in ausführlicher Weise darlegte, wie viele wissenschaftliche und selbstlose Eroberungen österreichischer Forschungsreisender im Oriente zu verzeichnen seien, und zwar in den verschiedensten Theilgebieten desselben und in den verschiedensten Zweigen naturwissenschaftlicher Bethätigung.

Einen sehr wesentlichen Antheil an den naturwissenschaftlichen Errungenschaften im Oriente haben auch die österreichischen Geologen zu verzeichnen, die weit über die engeren Grenzen hinausgegriffen haben und im Dienste Britanniens bis in die Hochregionen des Himalaya vordrangen, wie beispielsweise der unvergessliche Stoliczka und der ausdauernde Gries-

Digitized by Google

bach. Andere bereisten Persien, wie Tietze und Dr. Polak's eigentliche Sendboten: Wähner und Rodler; oder Ägypten und Syrien, wie zuerst der bahnbrechende Russegger und neuerlich Th. Fuchs (Suez) und Diener (Syrien); oder Griechenland und die Inseln, wie unser leider so früh geschiedener Freund Neumayr mit seinem Stabe: Bittner, Teller und Tausch, sowie Foullon und Goldschmidt. In unseren unmittelbaren Nachbarländern aber war es zuerst Peters, der durch seine Erforschung der Dobrudža bahnbrechend wirkte, worauf nach längerer Pause der so tief betrauerte, leider aber auch viel zu früh ins Grab gesunkene v. Hochstetter Thracien, Ostrumelien und Bulgarien bereiste und eine Schar von österreichisch-ungarischen Geologen Bosnien und die Herzegowina geologisch in Karte brachten (Bittner, v. Mojsisovics, Paul, Pilar, Tietze und andere).

Auch meine bescheidenen Arbeiten im östlichen Theile der Halbinsel, und zwar vor allem im Balkangebiete, die von Hochstetter bei der Akademie der Wissenschaften angeregt und nach seinem Hingange von den Akademikern Hauer, Suess und Tschermak lebhaft gefördert wurden, entsprangen aus dem Bestreben, so trefflichen Meistern nachzueifern und ein Scherflein zu dem geistigen Eroberungswerke beizutragen.

Wenn ich in meinem diesjährigen Vortrage auf diese meine Arbeiten einzugehen mir erlaube, so möge mir dies nicht als eine Unbescheidenheit ausgelegt

Digitized by Google

werden. Meine Arbeiten sind dermalen so weit gediehen, dass es möglich erscheint, als eines ihrer Ergebnisse eine Darstellung des geologischen Baues des Balkan zu geben, ja im Nachfolgenden habe ich es versucht, mit Herbeiziehung der Arbeiten der Vorgänger eine geologische Skizze von Bulgarien und Ostrumelien zu verfassen, zu welcher ich durch meinen geehrten Collegen Jireček in Prag veranlasst wurde, der einem großen historisch-geographischen Werke über Bulgarien, das sich unter der Presse befindet, eine gedrängte Darstellung der geologischen Verhältnisse beifügen wollte.

Vorausschicken möchte ich nur einige Skizzen, um das Land und die Art zu reisen einigermaßen zu charakterisieren.

Als ich im Jahre 1875 meine Touren auszuführen begann, herrschte noch die türkische Verwaltung im ganzen Lande und fast das ganze Balkangebiet konnte füglich, wenigstens geologisch, eine *terra incognita* genannt werden, aber auch geographisch war es noch nicht viel besser bestellt und stand mir keinerlei irgendwie verlässliche Karte zur Verfügung. Der erste und durchaus noch nicht wohlgelungene kartographische Versuch der Karte von Donaubulgarien von F. Kanitz (1 : 625.000) erschien ja erst zwei Jahre später,[1]) und auch die Mappierungsarbeiten der österreichischen

[1]) Petermann, Geogr. Mitth. 1877, Heft VIII, Taf. 16 a. Sein kartographisches Material, obwohl über Ansuchen der kais. Akademie in Aussicht gestellt, wurde mir leider nicht zu-

Digitized by Google

Officiere waren erst im Gange. Für einen Geologen ist der Mangel einer Kartengrundlage überaus misslich, und ich war genöthigt, dieselbe während der Reise zum größten Theile durch meine Begleiter (die Herren Szombathy und Heger) herstellen zu lassen. Es klingt unglaublich und ist doch, und zwar bis zum Erscheinen der russischen Aufnahmsblätter wörtlich zu nehmen, dass das Land im Süden unmittelbar angrenzend an die Donau zu den unbekanntesten Theilen Europa-Asiens zu zählen war, und doch gab es schon, dank der nicht genug zu preisenden reformatorischen Thätigkeit Midhat Paschas, Kunststraßen im wahren Sinne des Wortes über die Hochregion des Balkan; eine derselben, die über den Sveti Nicola-Balkan führt, benützte ich sogar bei meiner ersten Balkanpassage, auf der es sogar lauter hergieng, als mir lieb war. Es war zur Zeit der serbischen „Insurrection", und da gab es fortwährende Verschiebungen von Truppenkörpern, welche mehr als einmal unsere Straße sperrten und Beobachtungen geradezu unmöglich machten. Auch gab es, trotz aller Empfehlungen, dennoch hie und da scheele Blicke, was ja kaum anders sein konnte.

Vielleicht interessiert es, etwas zu erfahren über die Art, wie ich in Bulgarien zu reisen pflegte. Ich muss vor allem gestehen, dass ich die wichtigsten Fin-

gänglich. — Eine ausführlichere Beschreibung meiner ersten Reise in dem westlichen Balkan habe ich in einem Büchelchen gegeben, das Wien 1876 bei A. Hölder erschien.

Digitized by Google

gerzeige hiefür dem Altmeister Boué zu verdanken hatte, der mehr als vierzig Jahre vor mir das Land bereiste. Es hatte sich bis 1875 wenig geändert, und auch heute ist es eigentlich abseits von den großen Heerstraßen und den wenigen Schienenwegen im großen und ganzen ähnlich so geblieben, wenngleich nicht verhehlt werden darf, dass der Aufschwung in den letzten zehn Jahren ein ganz staunenswerter ist. —

Man reist zu Wagen oder zu Pferd. Der Wagen eines Reisenden, der sich durchaus nicht an die Hauptstraßen binden kann, muss der Art sein, dass er auch im Nothfalle auf weglosem Gebiete unzertrümmert fortkommen kann. Das Reisen zu Pferd hat vieles für sich, wenngleich es auch eine Menge von Scherereien bietet. Der Geologe hat ja stets an der Mutter Erde herumzukrabbeln, und da geht es herab und hinauf unzähligemale, und immer muss jemand zur Hand sein, den Klepper zu fassen, damit es nicht gehe, wie es mir auch einmal gegangen, wo mir mein ungetreues Reitthier durchgieng und schier eine Stunde weit zurücktrabte ins Nachtquartier. Man kauft sich am besten ein paar Pferde und verkauft sie für ein Geringes am Schlusse der Reise, oder man mietet sie, aber auf längere Dauer. Meine erste und vierte Reise habe ich der Hauptsache nach zu Wagen, die zweite und dritte zu Pferde gemacht. Auf jeden Fall empfiehlt es sich, einen englischen Sattel mitzunehmen, denn gewisse Touren sind ja doch auf jeden Fall nur zu Pferde zu machen, und die landesüblichen Sättel sind in der Regel

Digitized by Google

nur Holzgestelle: Packsättel. Auch heute reist man mit Escorte. Es kommt also stets zu einer kleinen Karawane. Ein Packpferd trägt die Reisebedürfnisse. Ich führe stets mein Bett mit mir, und wer einmal ein orientalisches Wirtshaus, einen Dorf- oder Straßenhan kennen gelernt hat, wird es begreiflich und empfehlenswert finden. Die Sache ist übrigens sehr einfach. Eine 60 *cm* breite, 8 *cm* dicke und entsprechend lange Rosshaarmatratze liegt auf einer wasserdichten und tüchtigen Theerdecke, wird mit einer Schafwolldecke in dieselbe eingeschlagen, eingerollt und mit kräftigen Riemen zusammengehalten, so dass das Ganze nur wenig Raum einnimmt und wenig schwer ist. Die Theerdecke sollte eigentlich so groß sein, dass man dieselbe auf der Matratze liegend über sich decken kann, denn es ereignet sich ab und zu, dass man auch im Walde übernachten muss. In der Kammregion liegen ja die Ortschaften oft mehrere Stunden weit auseinander. — Eine lederne Packtasche enthält die Reisebedürfnisse: Wäsche, Kleidungsstücke etc. Diese Bedürfnisse werden individuell immer recht verschieden sein; ich muss z. B. stets eine Anzahl Büchsen Corned beef mit mir führen, auch etwas Zwieback für den Nothfall, da mir das in der heißen Asche gebackene landesübliche Brot durchaus nicht bekommt. In einem festen Leinwandsacke finden sich die sonstigen Reiseutensilien, und es gibt, mag man sagen was man will, immer mehr als genug davon. Einiges Kochgeschirr aus Blech, je ein Säckchen mit Reis, Zucker, Thee, Brot, Salz, Stricke; eine

Digitized by Google

kleine Laterne etc. etc. dürfen nicht fehlen. Ein weiterer Sack, zur Aufnahme für die mitzunehmenden Steine bestimmt, kommt bei einem Geologen noch hinzu und hat derselbe auch stets eine Last Packpapiere mitzuschleppen. Alles dies trägt ein Packpferd ganz leicht. Es werden demselben, um das Ganze ins Gleichgewicht zu bringen, schwere Steinblöcke beigebunden und auch der Pferdeknecht setzt sich schließlich streckenweise noch oben darauf. Die Ausdauer und Leistungsfähigkeit der Thiere ist staunenswert.

Die unangenehmen Erfahrungen, die ich auf meiner ersten Reise machte — ich erkrankte heftig am Fieber, dem man, die Hochregionen vielleicht ausgenommen, überall ausgesetzt ist und von dem man oft halbe Dörfer befallen findet — nöthigen mich zu besonderer Vorsicht. Erkältungen, besonders in der Zeit bald nach Sonnenuntergang, sind sehr zu vermeiden und empfiehlt sich ein über die Brust zu schließender Tuchrock und im Nothfalle ein Überrock, und zwar auch im Spätsommer. Nachdem ich ein Jahr nach meiner ersten Reise ein langanhaltendes Wechselfieber, das mich an den Rand des Grabes gebracht, überstanden hatte, übte ich bei den weiteren Reisen Vorsicht und blieb gesund, auch auf der letzten Reise (1888), wo ich mich am untern Kamčik Tage lang in Fiebergegenden aufhalten musste. — Eine Vorsichtsmaßregel, der ich den guten Erfolg zum großen Theile zuschrieb, liegt darin, principiell während der Reise nur abgekochtes Wasser zu trinken, entweder mit Rothwein, wenn

Digitized by Google

solcher zu haben, oder trinkbar gemacht, indem man dasselbe als schwachen Thee, sei es russischer oder Kamillenthee, anwendet. Ich habe es zuletzt in mit dickem Filz überzogenen Weinflaschen mit mir geführt, ein Vorgang, den ich meinem Freunde Andrussow abgelauscht, der mich auf meiner Krimreise (Mai—Juni 1888) begleitet hat.

Mir steht in der Regel nur kurze Reisezeit zu Gebote; die Ferien sind gemessen, in wenigen Wochen muss viel gethan werden: Tag für Tag, von früh bis spät, bis der Organismus den Abbruch gebietet. Was gibt es da für Geduldproben. — Die Leute des Ostens, ob Türken oder Bulgaren, können diese gesteigerte Thätigkeit nicht fassen, sie mögen sich auch so ihre Gedanken machen und gemacht haben. Jawasch! — jawasch! Nur langsam, langsam, Zeit lassen! Man steht vor Tag auf, wenn ich aber meine Tagebücher durchblättere, so ist kaum einmal der Aufbruch zur festgesetzten Stunde möglich gewesen. Auch sonst liebt man keine Änderung in den gewohnten Leistungen. Heute lächle ich, wenn ich des Falles gedenke auf der Rückreise über den Sveti Nicola im October 1875. Am Fuße des Steilanstieges wurde Vorspann (vier Ochsen) herbeigebracht, und als sie anrückten, gedachte ich in Fieberreconvalescenz, matt und müde von der Vormittagsarbeit, den langweiligen Aufzug bis zu einer mich interessierenden Stelle, die ich bezeichnete, zu verschlummern. Aus dem Schlummer ward ein mehrstündiger Schlaf und als ich erwachte — stand der Wagen,

Digitized by Google

wo er gestanden, die Ochsen grasten, Gendarmen, Dragoman, Kutscher und die Bauern lagen schlafend hier und dort im Schatten. — Kommt man abends in ein Dorf, wie lange dauert es, bis man einen Ort findet, wo man das Haupt hinlegen kann. Die Gastfreundschaft ist dem Fremden gegenüber nicht gerade sonderlich entwickelt, und selbst das behördliche Empfehlungsschreiben hat den Dorfbeherrschern (Kmeten) nicht immer und überall imponiert, denn als Karawelow Ministerpräsident war, gab es eine Menge Anhänger anderer Namen, und auch heute ist es noch nicht viel anders. Mehr als einmal habe ich durch ein tüchtiges Donnerwetter der Ungeduld, dessen Wortlaut niemand um mich verstand, die langen Verhandlungen wesentlich abgekürzt, wenn man mich allzulange unter der Sternendecke warten ließ. Bei der ersten Reise gieng es in der Regel ziemlich schnell ab, da die türkischen Zaptiehs kurzen Process zu machen pflegten. — In so einem armen Dorfe, und es gibt recht viele solche, sieht es recht traurig aus und mehr als einmal hätten wir allesammt nichts zu nagen und zu beißen gehabt am Schlusse des Arbeitstages, wenn nicht der eiserne Vorrath gewesen wäre. Immer war mir aber auch das ärmlichste Bauernhaus lieber als ein übernachten in den Hans größerer Dörfer, denn diese starren fast ausnahmslos von Schmutz und Ungeziefer, und es war immer am besten, wenn es möglich war, alles, was sich im Zimmer befand, hinauszuexpedieren, dann nach einem frugalen Imbiss (oft nur Chocolade in Wasser mit Zwieback oder russi-

Digitized by Google

scher Thee) wurde die gestrickte Nachtmütze über den Kopf gezogen, um den Hals festgebunden und der Schlaf gesucht. Ein paar Klosternächte bilden die matten Lichtpunkte. Die Bedürfnislosigkeit der Menschen ist noch ganz fabelhaft und unglaublich. Mein Wirt in Sliven, einer der reichsten Männer der Stadt, der mehr als ein Dorf den armen schlechtberathenen auswandernden Türken abgekauft und dem es ohneweiters möglich war, noch ein weiteres um einen Sack Napoleons zu kaufen, bewohnte ein dumpfes, enges Zimmerchen, das er mir freundlichst abließ, um, ich glaube im Vorraum zu schlafen oder auf der Bank im Schankzimmer. Man möge mich aber nicht unrecht verstehen. Das bulgarische Bürgerhaus, und ich habe deren manche besucht, ist sauber und behaglich, die mit großen Steinplatten gepflasterten, mit Weinlauben, Maulbeerbäumen u. dgl. schattig bepflanzten Höfe sind überaus einladend, und ich denke mit Vergnügen an einen Abend in Kotel, wo ich in einem solchen Hause zu Gaste war, oder an ein anderes solches Heim in der alten Carenstadt Tirnova, oder an mein Quartier in Travna neben der Kirche. Da war alles so gastlich und bei aller Einfachheit appetitlich, wie es nur zu wünschen war. Und auch in den Bauernstuben habe ich behagliche Stunden nach des Tages Mühe verlebt, und so ein Pilaf mit einigen Schnitten Corned beef oder auch ohne alles, nebst einigen Tellern russischen Thees (mein Essgeschirr war in der Regel nicht sehr mannigfaltig), wäre mir jetzt in der Erinnerung nicht um ein lucullisches Gastmahl

Digitized by Google

feil. Auch so ein Raststündchen abends, bis der Reis weich gekocht war, auf der ausgebreiteten Matratze liegend, angesichts des nahen offenen Herdes, um den meine Leute rauchend und mit den oft nur zu zahlreichen männlichen Bewohnern des Dorfes plaudernd auf den Hacken oder auf den niederen Holzschemelchen (Stolovi) herumhockten, hinterlässt, trotz des ätzenden Rauches, der nicht immer bei der richtigen Öffnung über dem Herde hinausfindet, Eindrücke, die man, Sie werden lächeln, um keinen Preis abgeben möchte, trotz alle- und alledem.

Aber auch andere Erinnerungen prägen sich ein: So kamen wir an einem heißen Augusttage in ein kleines Dörfchen, wo wir ein Stündchen rasten und auf das Packpferd und die Leute warten wollten. (Wir wurden aber erst spät am Abend in der Nachtstation eingeholt, da die Leute durch ein Missgeschick vom rechten Wege abgekommen waren.) Wir verlangten Milch. „Nema!“ (habe nicht) war die Antwort; Brot: „nema!“ Raki: (Schnaps) „nema!“ Wasser: „nema!“ und wahrhaftig, es war keines da und musste erst weit hergeschafft werden. Wie arm! und nun nach fast einer Stunde vergeblichen Wartens die Freude: die junge Bäuerin kam in Schweiß gebadet gelaufen, in der Hand eine Last von über und über mit reifen Trauben behangenen Weinreben! Diese Labung wird mir unvergesslich bleiben und auch die gastfreundliche Opferwilligkeit jenes Weibes und ihre Freude, als sie sah, wie mir Halbverschmachtetem ihre

Digitized by Google

aus dem am fernen Hange liegenden Weingarten herbeigeschleppten Trauben mundeten.

Doch lassen wir dies genug sein, so eine kleine Vorstellung von der Art zu reisen mag das Gesagte ja geben, und lassen Sie mich Ihnen einige geologische Charakterbilder vorführen.

Gleich von der ersten Durchquerung des Gebirges will ich nur ein Bild herausgreifen: Belogradčik. Es ist ein Städtchen, das es verdient, besucht zu werden, nur der landschaftlichen Scenerie wegen, die aber geradezu einzig in ihrer Art ist und überraschend auf den Beschauer wirkt.

Das kleine, damals recht ärmliche Städtchen liegt auf einer von Norden nach Süden leicht ansteigenden Ebene, und zwar am äußersten Ende derselben, denn unmittelbar hinter dem letzten Häuschen befindet sich ein jäher Absturz, der in eine tiefe Schlucht führt, deren bizarre und abenteuerlich gestaltete Felsen Belogradčik zu einem der interessantesten Punkte der Balkanhalbinsel machen. In die höchstaufragenden Felsen ist die kleine Bergfestung hineingebaut, welche die Straße beherrschte, und nach Kanitz dürfte schon zur Römerzeit hier eines der Kastelle gestanden haben.

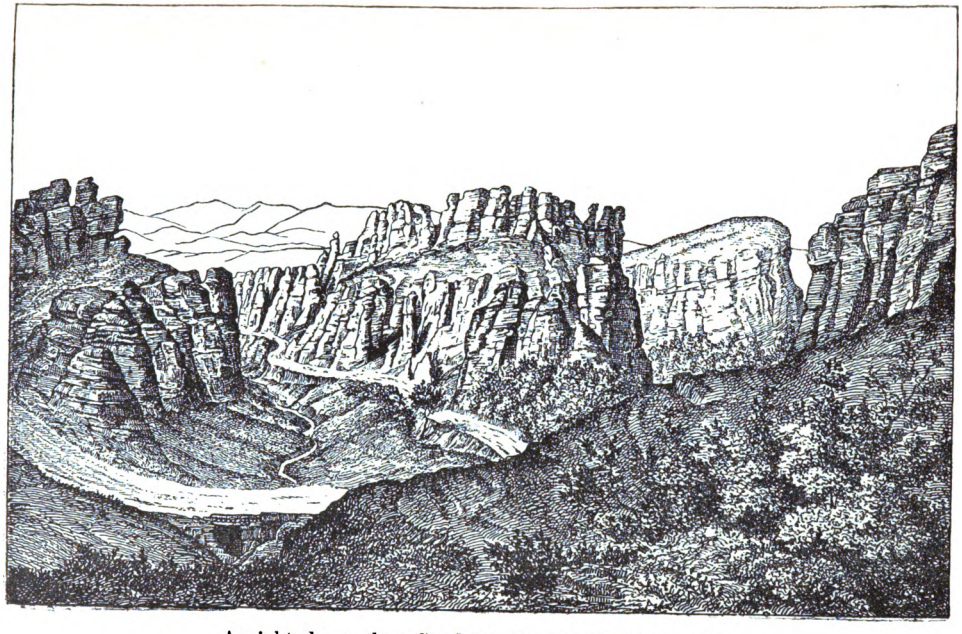
Von dem höchsten Festungsfelsen aus, einem wahren „Lug ins Land", sieht man das Land wie eine Reliefkarte zu seinen Füßen ausgebreitet. Im Osten steigen die für die Balkanländer so charakteristischen Plateauberge mit steilen Wänden an, welche hierzulande Tischberge, „Stolovi", genannt werden, im Süden

Digitized by Google

aber bietet sich dem Auge ein überraschender Anblick dar. Hunderte von rothbraun gefärbten Felsen ragen auf, von der Art der die Festungswerke tragenden und umschließenden; hier nadelspitzig, dort vielgezackt, den Ruinen von Städten oder Burgen vergleichbar. Dazwischen liegen enge Schluchten und unzählbare Spalten und Klüfte. Über die Gipfel aller dieser Steingebilde hinschauend, erkennt man von dem hohen Standpunkte aus auf das beste, dass alle einstens eine zusammenhängende Masse gebildet haben, deren Oberfläche leicht nach Südost geneigt war. Durch das zersetzende Spiel der Wässer entstanden die durch ihre Vielgestaltigkeit auffallenden Bildungen. Die im Anfange nur wenig tiefen Wasserrinnen wurden allmählich tiefer und tiefer ausgewaschen; vorhandene, senkrecht auf die Gesteinsschichten verlaufende Risse benützend, stürzten die Fluten bei Regengüssen in die Tiefe, und je größer die Fallhöhe, mit desto größerer Gewalt zerstörten sie das Gestein. Dieselben Kräfte wirken auch heute noch und werden ihr Spiel treiben, bis alle jetzt noch zusammenhängenden Felsgruppen getrennt, zertrümmert und endlich — völlig zerstört und weggeschwemmt sein werden.

Hinter diesen Felslabyrinthen baut sich eine Kette von spitzkegeligen, auf den Höhen mit Kalkfelsabstürzen nach Art der Stolovi gekrönten Bergen auf, und wieder höher ansteigend und den Hintergrund unseres Bildes abschließend, ragt der Kamm des Sveti Nicola empor.

Digitized by Google



Ansicht der rothen Sandsteinfelsen bei Belogradčik.

Nach einer getonten Federzeichnung von J. Szombathy.

(Aus den Sitzungsberichten der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, 75. Bd., 1877.)

Digitized by Google

Digitized by Google

Der herrliche Anblick ließ uns nicht ruhen. Es drängte uns, hinabzusteigen in die gestaltenreichen Schluchten, in denen unter den geschilderten Felsen ein kleines Steinkohlenvorkommen aufgeschlossen war, das uns umsomehr anzog.

Wir folgten der in steilen Windungen den Abhang bewältigenden Fahrstraße und befanden uns bald mitten in der über alle Begriffe pittoresken Scenerie (man vergl. vorstehende Tafel), welche schon der Franzose Blanqui bewunderte, der im Jahre 1841 Bulgarien bereist hatte mit der Mission, die Verhältnisse der christlichen Bewohner des Landes zu untersuchen. Er schreibt in seinem Reisewerke (Voyage en Bulgarie. Paris 1843, S. 149): „Die enge Thalschlucht wird von Felsen beherrscht, die durch das lebhafteste Roth und durch die malerischesten Formen ausgezeichnet sind. Sie stehen fast jeder von den anderen getrennt und gewähren einen Anblick von obeliskenartigen Nadeln oder zeigen eine phantastische Ähnlichkeit mit Thieren, Schiffen und Häusern. Sie sind rechts und links von der Straße angereiht wie die Bäume einer Allee.“ Wenn Blanqui ausruft: „Die Engpässe von Ollioulla in der Provence und von Pancorbo in Spanien, die Alpen und Pyrenäen, die wildesten Berge der Schweiz und Tirols können nicht damit verglichen werden“, so stimmt dies recht gut, man kann ja nur ähnliches vergleichen. Nur Terrains, welche aus ähnlichen Gesteinen bestehen, lassen sich damit vergleichen, so z. B. die Sandsteinberge der sächsischen und böhmischen Schweiz. Doch was im

Digitized by Google

Elbesandstein- und Heuscheuer-Wand-Gebirge weit auseinandergerückt und fahlfärbig ist, das ist hier wie zu einem Modell zusammengedrängt auf einen engen Raum und erscheint in rothbräunlichem bis blutrothem Farbenschmucke.

Das Material, woraus diese so weit von einander abliegenden Gebiete bestehen, hat zwar die Ähnlichkeit, dass es hier und dort Quarzsandsteine sind. Während jedoch jene in Böhmen und Sachsen aus gleichförmigerem, feineren Korne bestehen, sind die Sandsteine von Belogradčik gröber körnig und wechseln mit Conglomeraten, welche aus Quarzstücken bis zur Kopfgröße bestehen, die von einem feinsandigen rothbraunen Bindemittel umgeben sind. Während in den „Quadersandsteinen" der sächsisch-böhmischen Schweiz Reste von Meeresthieren nicht fehlen und sich dadurch das Kreidealter bestimmen lässt, wurden bisher im Belogradčiker Sandstein-Conglomerat-Gefelse keinerlei organische Überreste gefunden. Die Conglomerate gleichen am meisten dem sogenannten „Rothliegenden", wie es am Südfuße des Riesengebirges oder unter der Wartburg auftritt, oder etwas jüngeren Bildungen der Alpen, die an der Basis der Triaskalke auftreten. Und in der That, mit diesen letzteren stimmen unsere fraglichen Felsmassen am besten überein, denn darunter liegen in abweichenden Lagerungsverhältnissen („discordant") Sandsteine und sandige Mergel mit Resten einer Conifere (*Walchia piniformis*), die der Dyasformation entsprechen. Darüber folgen beim Aufstieg zu

Digitized by Google

den Tischbergen Kalksteine der Triasformation. Als wir wieder nach Belogradčik hinaufstiegen, war es Nacht geworden. Wie war nun die Landschaft wie mit einem Schlage ganz und gar verändert! Was wir früher als in hohem Grade malerisch angestaunt hatten, war jetzt in dem fahlen Lichte des Vollmondes phantastisch und gespensterhaft. Wenn wir früher die Gestaltungskraft des erodierenden Wassers verfolgt hatten, so ließen wir nun unserer Phantasie freien Lauf und bevölkerten die Schlucht mit den abenteuerlichsten Gestalten der Märchen und Sagen, die dann, als wir den Rand des Absturzes erreicht hatten und zurückblickten, unter den aufsteigenden Nebelschleiern halb und halb verschwammen.

Unter allen Fragen, welche der Lösung warteten, waren mir jene, welche sich an den damals noch unvollkommen bekannten Lauf des Isker aus dem Becken von Sofia quer durch den Balkan knüpften, ganz besonders interessant. Niemand hatte vor mir den Lauf des Flusses verfolgt, Hochstetter war von Sofia aus nur bis an den Eingang in die Engen bei Korila gegangen, Kanitz von Norden her bis an sein großes Knie vorgedrungen und dann über die Höhen nach Sofia geritten. Mich lockten die verheißungsvollen Worte meines Meisters Hochstetter, der sich 1870 folgendermaßen aussprach: „Seine Thalwände müssen über den Bau der Hauptkette des Balkan den besten Aufschluss geben.“ Da v. Hochstetter bei Korila umkehren musste, so wollte ich von Norden her den Durchzug erzwingen.

Digitized by Google

Es war nicht leicht, die Erlaubnis zu diesem Ritte zu erlangen, da der Vali von Sofia für mein und seiner Gendarmen Leben besorgt war, der vielen Haiduken wegen, die im Balkan ihr Unwesen trieben. Mein Weg führte über die Straße, welche bis zur Eröffnung der bulgarischen Eisenbahnstrecke die Hauptverbindung des Landes mit der Donau und dadurch mit den Culturländern werden sollte. Ich will sofort anführen, dass meine achttägige Tour in vollem Frieden verlief, ohne die geringste Störung; nur ein einzigesmal wurden meine Leute durch einen vom Pass herabkommenden Reiterzug geängstigt, der sich, wie es schien, in den Hinterhalt legte; als wir aber auf der Höhe anlangten und auf die Straße zurückblickten, zogen die anderen wieder ruhig ihres Weges gegen Sofia weiter — sie hatten offenbar in uns eine Gefahr gesehen und sich abseits versteckt, bis wir vorüber waren.

Die Iskerschluchten erreichte ich bei Ljutibrod („die Furt der Leute") unweit der unpassierbaren Enge, aus welcher der Isker hervor in die kleine Thalweitung von Ljutibrod bricht. Der Saumweg dahin zog sich damals am rechten Ufer hoch oben am steil abstürzenden Gehänge hin, das gegen den Fluss in verticalen Mauern abstürzt. Die Gesteinsschichten stehen vor der engsten Schlucht fast vertical und streichen in fast nordsüdlicher Richtung quer über den Fluss. Sie bestehen abwechselnd aus grünlich gefärbten Sandsteinen und stellenweise petrefactenreichen plattigen Kalksteinen. Die mürben Sandsteine sind vielfach durch

Digitized by Google

die Fluten des Flusses und durch die atmosphärischen Niederschläge ausgewaschen, während die widerstandsfähigeren Kalkbänke in der Form von ungeheuren Kalkmauern gegen den Fluss vorragen und auf der Höhe hochaufragende Riffe bilden. Das Gestein der unten unpassierbaren Schlucht besteht aus zum Theil blendend gelblichweißen Caprotinenkalken.

Das Monastir (Kloster) liegt unmittelbar über dem Flusse und sind die Baulichkeiten zum Theil förmlich in die Caprotinenkalke hineingebaut.

Es war ein munterer Zug, der nun in die Schluchten eindrang. Zehn Mann zählte unsere Schaar; fünf davon waren zu Pferde, die fünf übrigen waren bulgarische Bauern, die Eigenthümer der Pferde und die Führer.

Es begann eine interessante Saumwegtour, oft thurmhoch über dem Isker, auf den stellenweise vertical abstürzenden Bergwänden. Unseren Thieren gebührt das Verdienst, dass wir nicht zerschellten. Zu Fuss wären die Wege an manchen Punkten kaum zu passieren gewesen, unsere Pferde aber brachten uns wohlbehalten darüber hin. Manchmal war es possierlich, aber auch recht gruselich anzuschauen, wenn die Bulgaren das Packpferd beim Kopf und Schwanze bugsierten, während ein dritter darauf losschlug und ein vierter und fünfter die Ladung im Gleichgewichte zu erhalten sich bestrebten. Gleich beim Kloster mussten wir über einen schmalen Rücken aus schieferig-sandigem Gestein und kamen unmittelbar oberhalb des Klosters in eine kleine Thalweite.

Digitized by Google

Zwischen dieser und dem Monastir treten die weißen marmorartigen, vielfach löcherig ausgewaschenen Kalke auf beiden Ufern so nahe aneinander, dass nur für den Fluss Raum bleibt. Hier an dieser Enge staut sich alljährlich das Hochwasser viele Meter hoch über den tiefsten Stand im September, die riesigen Höhlen am Abhange bezeugen die Erosionsthätigkeit während des Hochwasserstandes.

Hier mussten wir den Fluss zum erstenmal übersetzen, was ein einigermaßen lustiges Stück Arbeit abgab. Uns Berittenen wenigstens gewährte der Übergang immerhin einigen Spass, wenn auch das Wasser den Pferden oft bis an den Bauch reichte und an seichteren Stellen jeder Schritt der Thiere uns mit einem kleinen Wasserüberguss erfreute und wenn sich auch die Fussbäder nicht ganz umgehen ließen.

Schlimmer waren die Bauern daran. Zwei derselben führten das Packpferd hinüber, bis über die Hüften im Wasser watend.

Am linken Ufer ritten wir nun eine weite Strecke im Flussbette selbst, über die Geröllmassen hin.

Der Fluss behält, die zahlreichen Windungen abgerechnet, die westöstliche Richtung während des ersten Tages bei. Das Thal verläuft hier ziemlich parallel dem Streichen der Gesteinsschichten, was für den Geologen der Monotonie wegen recht verdrießlich ist. Sobald die mächtigen Kalkmauern hinter Čerepis passiert sind, bestehen die Uferhänge aus rothen Conglomeraten und weiterhin aus Quarzitschicfern. Wo zu unserer Rechten

Digitized by Google

(nach Norden hin) eine Schlucht einen Einblick ins Gebirge erlaubte, zeigten sich überall die hochaufstrebenden schroffen Kalkmassen, die in diesem Theile des Gebirges die höchste Erhebung bezeichnen. Wir waren hier in einem wahren Längenthale, das parallel der Hauptaxe des Gebirges verläuft.

In dem ersten nach Südost sich öffnenden Thale liegt etwa 2 *km* vom Flusse das Dorf Ignatica. Der Weg ist hier ganz abscheulich. Er zieht sich unmittelbar über dem Flusse hin, so nahe, dass er im Frühjahre überfluthet ist, in welcher Zeit vom Monastir aus der Bergweg über Ignatica (am rechten Ufer) ein gutes Stück abseits vom Flusse eingeschlagen werden muss.

Das rothe Conglomerat bildet kurz vor Ignatica eine Flussenge, indem die mächtigen rothgefärbten Bänke des Gesteins vom Flusse, der hier auf eine kurze Strecke von Süd nach Nord verläuft, ausgenagt sind. Kaum 10 Minuten flussaufwärts kamen wir durch das kleine, armselige Dörfchen Coronino. Vor dem Orte erhebt sich eine kleine Kuppe von stark verwittertem granitischen Gesteine, das von Gängen eines dunkelgefärbten Eruptivgesteines durchsetzt wird, welches nun weiterhin auf beiden Ufern herrschend wird. Es ist ein ausgezeichneter Diabas-Porphyrit. Zwischen Coronino und dem nächsten gleichfalls am linken Ufer liegenden Ilisena bildet dieses ungemein harte und schwer verwitterbare Gestein, das nur oberflächlich wie mit einer weißen, dünnen Rinde versehen ist, zwei

Digitized by Google

landschaftlich schöne Stromschnellen, über die sich der Fluss laut brausend hinüberwälzt.

Nach Ilisena tritt noch einmal ein kleines Granitvorkommen auf, um sofort wieder dem Diabas-Porphyrit Platz zu machen, der nun bis zu unserer Nachtstation Opletnja anhält.

Um dieses am linken Ufer, am Ausgange einer Kalkschlucht gelegene Dorf zu erreichen, mussten wir von dem linken Ufer durch den Isker auf das rechte übergehen, dieses eine Strecke weit auf einem wahrhaft halsbrecherischen Wege verfolgen und sodann wieder durch den Isker auf das linke Ufer zurückgehen, wobei unser lebhafter Dragoman, dem der Weg längs der Furt zu weit schien, diese verlassend, in eine Untiefe gerieth und nahe daran war, uns von den Wellen mit fortgenommen zu werden. Glücklicherweise blieb der kleine Unfall ohne weitere Folgen, so dass wir wohlbehalten das ärmliche Dorf erreichten, wo wir in einer aus Ästen und Zweigen geflochtenen, mit Lehm überstrichenen, nur einen einzigen Wohnraum umfassenden Hütte übernachteten, nachdem die Schweine und das Geflügel hinausgejagt worden waren.

Am nächsten Morgen unternahm ich einen Ausflug in die nach Norden sich öffnende romantische Schlucht, durch die ein munterer Gebirgsbach, mehrere kleinere Mühlen treibend, heraussprudelt. Auf beiden Seiten des Einganges in die Schlucht ragen steile Felsen empor; die Abhänge am rechten Ufer des Baches gehören einem Plateauberge an, den man mir als Dju-

Digitized by Google

djuvac oder Čučuvac bezeichnete. Der Abhang auf der linken Seite der Schlucht zeigt recht schön die Auflagerung des rothen Sandsteines auf dem Diorit-Porphyr und die zu oberst folgenden, fast horizontal liegenden wohlgeschichteten Kalke. Das Engthal hat eine starke Steigung, so dass man bald an die Basis der dunkelgefärbten Triaskalke kommt. Den Hintergrund des kleinen Hochthalbeckens, das man nach längerem Steigen erreicht, bildet eine viel zerklüftete, durch die tiefgehenden Auswaschungen in viele stumpf pyramidenförmige Massen aufgelöste imposante Kalkmauer. Sie dürfte eine relative Höhe von 300—350 *m* erreichen und zeigt eine Art von Bänderung, da über den wohlgeschichteten schwarzen Kalken eine mächtige Lage eines lichten, stark dolomitischen Kalkes und auf diesen wieder in Bänke geschiedene lichte Kalke folgen. Mächtige Schutthalden, die mit zerstreut stehenden Bäumen bewachsen sind, ragen in das kleine Becken herab und füllen es zum Theile aus. Hier vereinigen sich die Wässerchen und bilden den kleinen Bach von Obletnja. Der Kamm des Gebirges erhebt sich, wie auch aus der Tiefe zu erkennen ist, noch ein gutes Stück über die vorliegenden Kalkmauern. Doch dürfte er gerade hier nicht sehr breit sein, indem die Schlucht von Obletnja sich der nach Süden hin ausgenagten Schlucht von Isgurigrad (bei Vraca) sehr nähern dürfte, wie dies nach Zusammenstellung der während des Rittes von Herrn Szombathy angefertigten Croquis deutlich hervorgeht, deren überraschende Richtigkeit sich durch einen

Digitized by Google

Vergleich mit der russischen, erst nach dem letzten Kriege fertiggestellten großen Karte von Bulgarien in erfreulichster Weise ergibt. (Die Karte ist in den Mittheilungen der k. k. geographischen Gesellschaft 1876 im Maßstabe 1 : 288.000 veröffentlicht worden, findet sich aber auch geologisch bezeichnet in meiner Abhandlung in den Sitzungsberichten der kais. Akademie der Wissenschaften, 77. Bd., 1878.) Weiter hinauf zieht sich ein Fußsteig zu dem von Vraca aus über den Balkan führenden Weg.

Der Vormittag war sehr vorgeschritten, als wir von dem anregenden Ausfluge wieder nach Obletnja zurückkehrten, wo alles zum Aufbruche bereit war.

Der Weg durch den schattenreichen, kühlen Thalgrund gehört zu dem lieblichsten, was uns die Reise geboten hat.

Wir mussten sofort wieder durch den Isker auf sein rechtes Ufer und zogen hier über die dunkelgrünen Diorit-Porphyre, die schön geschichteten, rothbraunen Dyas-Sandsteine, zu beträchtlicher Höhe bis an den Trias-Dolomit empor, über Wiesen, unter zahlreichen, fruchtbeladenen Nussbäumen und durch lichte Eichenwälder hin. Die Eichen sind hier allenthalben auf das grausamste zugestutzt. Alljährlich werden die Äste und Zweige abgeschnitten, um als Ziegenfutter und als Heizmaterial benützt zu werden. Zwischen nahestehenden schlanken, der Laubkrone fast vollständig entbehrenden Stämmen werden die so gewonnenen Laubmassen hoch über den Boden aufgestapelt, um im Win-

Digitized by Google

ter trotz der mächtigen Schneelagen aufgefunden zu werden. Nach zweistündigem Ritte, selbstverständlich immer nur im langsamen, wenig fördernden Tempo, gelangten wir zu einer am Fuße der schwarzen Plattenkalke entspringenden Quelle, gegenüber welcher eine kleine Mühle liegt, die uns als zu Osikovo gehörig bezeichnet wurde. Dieses große Dorf konnten wir vom Flusse aus nicht erblicken, es liegt auf der Höhe des Gebirges. Hier passierten wir abermals den Isker, blieben nun den ganzen Nachmittag hindurch an seinem linken Ufer und kamen dabei fort und fort über Diorite und dünnplattige Thonschiefer. Aber auch hier bilden die ersteren fortwährend die Grundlage der rothen Sandsteine, und wo sich eine Thalschlucht nach Norden und Westen öffnet, sieht man auch hier noch immer die Kämme des Kalkgebirges.

Auf dem letzten Stück des an diesem Tage zurückgelegten Weges setzen rothe und grünlich gefärbte seidenglänzende Thonschiefer alle Berggehänge zusammen, und ihr leicht bewegliches Trümmerwerk macht den Weg, der hier wieder thurmhoch über dem Flusse hinführt, zu einem recht unbehaglichen. Er zieht sich nämlich auf weite Strecken über Schutthalden hin, die sich bei jedem Schritt in Bewegung setzen und die größte Bereitwilligkeit zeigen, Ross und Reiter unaufhaltsam in die Iskerfluten hinabzuführen.

Das Wegstück kurz vor Cerova gehört zu den schauerlichsten und wildesten Partien der Iskerschlucht. Über horizontal geschichteten, unten weißen

Digitized by Google

und oben rothen Sandsteinen, die von dem Wasser in der abenteuerlichsten Weise ausgenagt erscheinen, erreichten wir das über alle Begriffe ärmliche Dorf Cerova. Es liegt am Ausgange eines nach Westen verlaufenden Thales, im Hintergrunde einer kleinen Thalweitung, in deren Mitte sich ein recht eigenthümlich gestalteter Sandsteinfels erhebt, der mit seinen zahlreichen dünnen, verschieden weit vorragenden Steinplatten abends lebhaft an eine chinesische Pagode erinnert.

Lange ritten unsere Zaptiehs von einer Hütte zur anderen, das Dorf erschien wie ausgestorben, endlich fanden sie ein Quartier, das elend genug war, um alles bisher in dieser Beziehung Gesehene zu übertreffen, doch hätte es noch viel elender sein können (wenn dies überhaupt noch möglich war), ohne unsern frohen Muth zu trüben.

In dem niederen, mit dichtem Rauch erfüllten Raume, dessen Mitte die übliche Feuerstelle mit dem großen, hölzernen Schlot darüber einnimmt, wurde uns durch Hinwegräumen der soeben geernteten Maiskolben und Paprikabälge, die in Haufen aufgeschüttet waren, auf der Erde Platz für unsere Matratzen geschaffen.

Die Eigenthümer der Hütte (es waren im ganzen Dorfe fast nur Weiber zu sehen) überließen uns dieselbe, doch kamen sie auch in der Nacht mehrmals herein, um das Feuer zu unterhalten, und als ich vor Tagesanbruch erwachte, sah ich die Weiber schon auf

Digitized by Google

den niederen Schemeln am prasselnden Feuer sitzen und lautlos in die Flammen starren. Die verlangten Pferde waren schon an Ort und Stelle, doch währte es trotzdem länger, als mir lieb war, bis wir wieder flott wurden.

Kurz nach Obletnja hatten wir eine im allgemeinen südwestliche Richtung eingeschlagen, von Cerova an gieng es aber direct nach Süden. Dabei durchquerten wir zuerst die grünlich gefärbten paläozoischen Thonschiefer, kamen sodann durch mächtige Quarzite, welche Berge zusammensetzen, mit steil abstürzenden, in unzählbare Spitzen und Zacken zerklüfteten Gehängen.

Bis zur Einmündungsstelle des aus Westen kommenden wasserreichen Iskrec (1 Stunde von Cerova) fanden wir außer dem Dorfe Selen am rechten Ufer keine Ansiedlung. An der Vereinigungsstelle der beiden Gewässer aber liegt in einem Thalbecken, am linken Ufer des Isker und des Iskrec, ein kleines Kirchlein, dem Sveti Petko geweiht, und neben demselben ein Han. Am anderen Ufer des Iskrec liegt gleichfalls am linken Ufer des Isker auf einer niederen Uferstufe das Dorf Svodje.

Unmittelbar beim Abstieg zum Iskrec kamen wir über einen lichten, stark glimmerigen, dünnplattigen Sandstein, in dem ich zu meiner nicht geringen Freude typische Pflanzenreste der Steinkohlen-Formation entdeckte, wodurch es möglich wurde, eine Altersbestimmung des ganzen Schiefergebietes, durch das wir die Zeit her gekommen waren, vorzunehmen.

Digitized by Google

Die Schiefer erinnerten mich an Ort und Stelle auf das lebhafteste an die im nördlichen Mähren und in Schlesien so weit verbreiteten Dachschiefer (Culmschichten genannt), welche Meinung durch Vergleich der aufgefundenen Pflanzenreste mit den von Herrn Hofrath D. Stur beschriebenen Fossilien der Culmflora, von diesem ausgezeichneten Phytopaläontologen bestätigt wurde.

Es konnten folgende Arten sicher constatiert werden:

Archaeocalamites radiatus Brong.
Lepidodendron (Sagenaria) Veltheimianum Schloth.
Stigmaria inaequalis Göpp.
Cardiopteris polymorphus Stur und
Neuropteris antecedens Stur.

Das bestimmt nachgewiesene Vorkommen der unteren Steinkohlenformation im Bereiche dieses Theiles der Hauptkette des Balkans wird um so interessanter, da dadurch auch die zuerst von Dr. Ami Boué ausgesprochene Andeutung des Vorkommens paläozoischer Ablagerungen im Etropol-Balkan unterstützt und ihre weitere Fortsetzung nach Westen hin außer Frage gestellt wurde. Die Annahme freilich, dass auch die Kohle führenden Ablagerungen des Balkan weiter im Osten der productiven unteren Steinkohle angehören könnte, hat sich nicht aufrecht erhalten lassen, die haben sich im Gegentheile später, als ich die betreffenden Gebiete besuchte, als viel jünger herausgestellt, als Kohlen, die nur infolge von verändernd wirkenden

Digitized by Google

Kräften, die bei der Aufrichtung des Gebirges thätig wurden, den recht sehr an Schwarzkohlen erinnernden Charakter angenommen haben.

Stundenlang blieben wir nun wieder im Bereiche der paläozoischen Thonschiefer, welche fast genau von West nach Osten streichen und im allgemeinen fortwährend senkrecht auf die Thalrichtung verlaufen. Es ist ein eintöniger und beschwerlicher Weg, der sich, nachdem wir bei Svodje wieder auf das rechte Ufer übergegangen, fortwährend auf diesem Gehänge hinzieht. Um Mittag kamen wir an dem weit ausgedehnten, hoch oben am linken Thalabhang liegenden Dorfe Rebrova vorbei, ritten sodann über weite Thonschieferflächen in ein breites, freundliches Thal hinab, durch welches die Batuliška Rjeka von Südosten her dem Isker zufließt. Zahlreiche Rinder, Schafe und Ziegen weideten hier. Von nun an wurden die Gehänge sanfter, die Bewaldung etwas dichter und das Thal etwas weiter, der Weg aber darum nicht besser. Der niedere Wasserstand erlaubte uns den Thalweg einzuschlagen. Unser Packpferd aber schickten wir über das Gebirge, da es zu oft den Fluss hätte überschreiten müssen.

Wir ritten an diesem Tage nicht weniger als dreizehnmal durch den Isker, der also bei Hochwasser die Schlucht thatsächlich unpassierbar macht.

Kurz vor 3 Uhr nachmittags erreichten wir das Tscherkessendorf Ronča (Gorni und Dolni Ronča), welches am rechten Ufer am Ausgang eines kleinen Seitenthales gelegen ist.

Digitized by Google

Bis hieher halten auch die Thonschiefer an und machen nun den unten rothbraunen, in den oberen Partien aber weißen Sandsteinen und Conglomeraten Platz. Diese bilden die pittoreske Eingangsschlucht, durch die der Isker aus dem Becken von Sofia in den Balkan eintritt.

Zwischen den Thonschiefern und den Sandsteinen ist eine Thonmergellage eingeschaltet.

Durch die enge Sandsteinschlucht erreichten wir nun bald das Dorf Korila, das bereits am Rande des weiten Beckens von Sofia liegt, kaum drei Wegstunden von dieser Stadt entfernt.

Unser Plan war gelungen, wir hatten den einzigen offenen Weg quer durch das Gebirge, und zwar ohne sonderliche Schwierigkeiten erzwungen, einen Weg, wie es nicht viele dergleichen gibt, wenngleich das so viel großartigere, weil von den gewaltigen Fluten der Donau durchströmte zweite Beispiel dieser Art, die viele geologische Ähnlichkeiten aufweisenden Schluchten zwischen Moldova und Turn Severin, gar nicht so weit entfernt ist.

Habe ich Sie auf diese Weise einmal durch das Gebirge geführt, so möchte ich Sie auch einmal über das Gebirge führen, auf einem der zahlreichen Wege, die ich auf meinen Touren gezogen bin, und ich habe den Hämus auf zweiundzwanzig verschiedenen Wegen fünfundzwanzigmal überschritten, die ich auch auf meinen geologischen Karten eingezeichnet habe, schon aus dem Grunde, um zu zeigen, wo die geologischen Angaben

Digitized by Google

des von mir bereisten Gebietes auf Beobachtungen und wo nur auf Annahme und Vermuthungen beruhen.

Ich will dieses Bild mit einer Beschreibung der Tour durch das ebene Balkan-Vorland verbinden und dazu den Weg wählen, den ich im Jahre 1884 von Sistov an der Donau nach Tirnovo zurücklegte, ein Weg, der uns dann in die centrale massigste Partie des Hämus führen soll und zugleich darum interessant ist, weil er so nahe an der merkwürdigen Reihe von niederen vulcanischen Kegelbergen vorbeiführt, die den Beweis liefern, dass auch das tafeleben erscheinende Vorland in jüngerer Zeit Störungen mitzumachen hatte, denn nur unter der Annahme einer tektonischen Störung kann man sich das Hindurchdringen der Eruptivgesteine vorstellen.

Sistov (oder Swischtow) liegt an dem Absturze des nordbulgarischen Vorlandes, der weiten bulgarischen Ebene, gegen die Donau. Es ist ein gut gebautes Städtchen. Die Häuser sind zum großen Theil sauber ausgeführte Steinbauten. Ein Kalksandstein von gelblicher Färbung wird in vielen Steinbrüchen gewonnen, und seiner warmen Farbe danken die Häuser ihr freundliches Aussehen und die ganze Stadt den Eindruck von Wohlhabenheit und von wirklich städtischem Wesen.

Mir aber verhalf es sofort zu einigen Aufenthalten, da dieses Gestein ziemlich zahlreiche organische Einschlüsse aufweist, die eine sichere Altersbestimmung ermöglichten und uns ihrem Charakter nach im Gedanken in die Schweiz, in den Neuenburger Canton versetzten, wo ganz ähnliche Bildungen vorkommen.

Digitized by Google

Tafelartig breiten sich die Gesteinsbänke weithin aus, den Untergrund der mächtigen Lössdecke bildend, in welche die Niederschlagswässer bis 25 *m* tiefe Schluchten mit verticalen Wänden ausgewaschen haben. Durch eine solche Schlucht zieht sich auch die Straße hinauf. Am Rücken zwischen den Dörfern Carevic und Carajar fand ich zu meiner nicht geringen Verwunderung als Straßenschotter ein vulcanisches Gestein mit in Verwendung, zum Theil in großen eckigen und unabgerollten Blöcken: einen typischen olivinreichen Basalt. Dieses Vorkommen war für mich von hohem Interesse, und es beschäftigte mich den Tag über vielfach, da ich mir sagen musste, dass der Ort des Durchbruches durchaus nicht ferne sein konnte, da man hierzulande die Schottermaterialien nicht von weither zuführt, sondern nur nimmt, wenn etwas und was eben in der nächsten Nähe zu erlangen ist.

Ich hatte auch bald thatsächlich die Freude, im Südwesten von der Straße wiederholt Kegelberge zu beobachten, deren vulcanische Natur mir nicht zweifelhaft bleiben konnte, nachdem ich den Basalt gesehen; und in der That, als ich spät abends meinem Freund und Reisebegleiter Zlatarski, der mich schon auf meiner letzten Reise begleitet hatte, in Tirnova antraf, ward meine Vermuthung bestätigt. Herr Zlatarski hatte sich im Frühjahre und Sommer auf meinen Wunsch und Rath hin der Mühe unterzogen, das Balkan-Vorland geologisch zu bereisen, und auf meine erste Frage, nachdem wir uns begrüßt hatten:

Digitized by Google

„Haben Sie die Basalte gesehen, wo kommen sie her?“ bezeichnete er mir den Zug der Kegelberge, welche ich von verschiedenen Stellen meines Weges aus mit dem Compasse ihrer Lage nach annähernd bestimmt hatte, thatsächlich als die Basaltberge. Ich habe dieselben schon auf der Übersichtskarte zu meinem vorläufigen wissenschaftlichen Reisebericht an die Wiener kaiserl. Akademie der Wissenschaften eingezeichnet. Sie treten in einer etwa 45 *km* langen, von Koslovec (oder Turska Sliva) bis über Suhindol am linken Ufer der Rusica, von NNO. nach SSW. verlaufenden Zone auf. Der schönste unter den Kegelbergen ist der Čatal Tepe. (Auf meiner größeren geologischen Karte — Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften, 1889 — sind sie nach Zlatarski's Angaben genauer eingetragen.)

Doch zurück! Sobald man die Höhe der Donauterrasse erreicht hat, beginnt das weite, schier endlos scheinende, ebene, nur leicht undulierte Terrain: kahl, weithin baumlos, im Spätsommer sich als eine öde Steppenlandschaft präsentierend, die um so trostloser erscheint, als man die in den Terrainfurchen an den Flüssen und Bächen liegenden Ortschaften gewöhnlich erst wahrnimmt, wenn man schon in deren unmittelbarer Nähe ist.

Die Sonne brannte an diesem schwülen Tage recht wenig erquicklich und ich begrüßte jede einen rascheren Lauf der Pferde ermöglichende Strecke als eine ersehnte Labung. Wie dann die zahllosen Ziesel-

Digitized by Google

mäuse in die Löcher huschten! Unsere Straße verlor sich streckenweise in den wiesigen Mulden, oder sie war infolge frischer Schotterung fast unfahrbar. — Es wird auch hier besser werden. — Wenigstens fuhr ich südlich von Pavel an einer Anzahl von Leuten vorüber, welche mit einer aus einem verkrüppelten jungen Baume gefertigten Maßstange munter die Länge der Zukunftsstraße bestimmten. Durch mannshohe Distelwälder fuhren wir langsam dahin nach Ebili. Dieses große Dorf verfügt über einen großen Viehreichthum. Große Heerden von Büffeln, gewöhnlichen Rindern und Pferden bedeckten die Weideflächen.

Meine Karten ließen mich hier kaum zwei Meilen von der Donau auch im Jahre 1884 noch arg, streckenweise vollkommen, im Stich. Leider hatte ich ein für mich bestimmtes Exemplar der russischen Aufnahmskarten vor meiner Abreise von Wien nicht mehr erhalten. Meine Bemerkungen im Notizbuche stimmen mit ihren Angaben gut überein.

Bei Müschikli kam ich auf die Hauptstraße Ruščuk-Bjela-Tirnovo, die sich zunächst eine Strecke weit auf einer niederen Terrasse am linken Jantraufer hinzieht bis zur Rusicabrücke bei Boruš. Das rechte Jantraufer ist von Steilhängen gebildet, die unmittelbar an den in vielen Serpentinen hinziehenden Fluss herantreten und deren aus der Ferne blendend weiß erscheinendes Kreidegestein den Namen des an der Übergangsstelle der Reichsstraße über die Jantra gelegenen großen Ortes Bjela, „die Weiße“, erklärt.

Digitized by Google

Die vielen Neubauten und Neubedachungen in Müschikli und Odalar gaben noch Zeugnis von der nahen Vergangenheit des Befreiungskrieges.

Zahlreiche Tumuli liegen hier an beiden Seiten der Straße, die eine Heeresstraße sicher schon in alter Zeit gewesen ist (einmal zählte ich achtzehn derselben mit einem Blicke und darunter schöne, ansehnlich hohe Kegel). Von den Höhen der niederen, die aus West kommenden Bäche trennenden Rücken, genießt man hübsche Balkanansichten, die durch die Beleuchtungseffecte gerade an diesem Tage an Reiz gewannen. Die Sonne schien durch Regenwolken bleich hernieder und kleine Strichgussregen, deren mehrere auch ich passieren musste, fungierten als Coulissen für den Hämus im Hintergrunde.

Der größte Zufluss der Jantra auf dieser Strecke ist die Rusica. In vielgewundenem Laufe kommt sie hier direct aus West, aus einem breiten, für die gewaltigen Hochwassermassen Zeugnis gebenden Thale (auf der Kanitz'schen und auf der Generalstabskarte ist die Darstellung nicht den Verhältnissen entsprechend gegeben, wohl aber ganz treffend auf der neuen russischen Karte). Die Quellbäche der Rusica, wasserreiche Gebirgswässer, hatte ich später in der Hochregion des centralen Balkan Gelegenheit kennen zu lernen, und auf Grund dieser Bekanntschaft kann mir die für die Anlage der neuen stattlichen Straßenbrücke — ein Steinbau mit vier kräftig gehaltenen hohen Bögen — durchgeführte kühne Flussregulierung durchaus nicht

Digitized by Google

imponieren, und ich fürchte, der Fluss wird eines schönen oder schlimmen Tages mit dem neuen Damme, der einer alten Schleife des Flusslaufes den Garaus zu machen bestimmt ist, trotz seiner nicht unbeträchtlichen Dimensionen kurzen Prozess machen und die schöne Brücke — westlich — links liegen lassen.

Über zwanzig Minuten lang fuhren wir in leichtem Trab durch die Alluvialebene des Flusses. Langsam gieng es dann bei beginnender Dämmerung hinan gegen Polikraŝte. Von der Höhe des Wasserscheiderückens zwischen Rusica und Jantra, die nach Passierung der cañonartigen Schluchten bei und unterhalb Tirnova eine Strecke meist östwestlich sich hinschlängelt, erblickt man, nach West schauend, die eingangs erwähnten basaltischen Kegelberge in der Gegend von Suhindol.

Dieser Anblick ward mir noch, und ebenso konnte ich noch in späterem Dämmerlichte den Eingang in die Engen des Jantradurchbruches bei Sveti Troica begrüßen. Aus dem Laubwalde grüßten die Dächer und Thürmchen des Klosters herüber. Dasselbe liegt unmittelbar am Fuße einer fast verticalen Kalkwand, wie diese in den großen Kalkkreidetafeln des nördlichen Balkanvorlandes so überaus häufig, infolge von gewaltigen staffelartigen Niederbrüchen der Massen zu beobachten sind, hoch über dem den Grund der Schlucht erfüllenden Flusse.

Samovoden, das Dorf ist am Ausgange jener Schlucht gelegen, konnte ich kaum mehr sehen; es

Digitized by Google

wurde rasch Nacht. Durch ein unglaublich tiefes Kothmeer kamen wir hinüber an die steinerne Brücke und dann gieng es fort und fort in für die Blicke undurchdringlichem Dunkel nach Tirnova. Die letzten sechs bis sieben Kilometer schienen mir endlos und ich begrüßte die Lichter der alten Bulgarenstadt mit wahrer Herzensfreude. Mein Freund aber hatte offenbar mein Eintreffen zu so später Stunde nicht mehr erwartet, er war nicht mehr an Ort und Stelle. Als wir in die Stadt einfuhren, erwartete ich den ersehnten Gruß vergeblich, rathlos ließ ich vor einem hellerleuchteten Wirthshause meinen wackeren türkischen Rosselenker Halt machen. „Kann hier Niemand deutsch," rief ich den auf meine wiederholten lauten Rufe herauskomden Leuten zu.

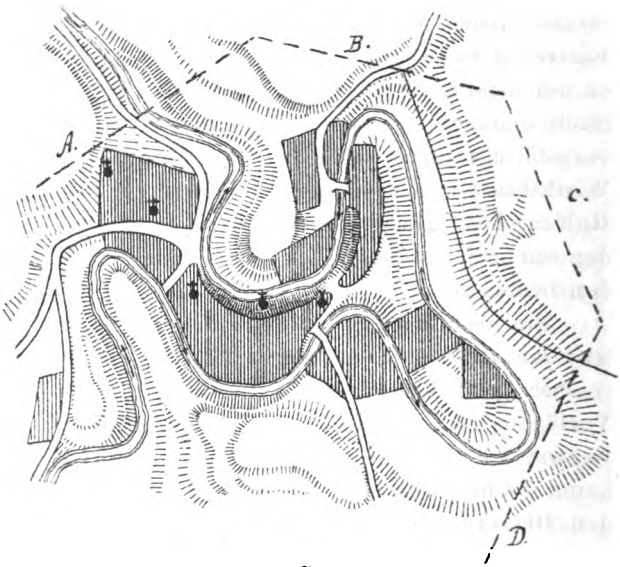
Ein paar liefen ins Haus zurück und richtig da war ein Landsmann aus den nordöstlichen „Königreichen und Ländern", der sich mir freundlichst zur Verfügung stellte, um meinen Gastfreund zu suchen. Es war dies kein leichtes Stück Arbeit. Obwohl es kaum 9 Uhr vorbei war, mussten wir die Leute aus den Häusern heraustrommeln, und über das Flussgeröllpflaster in den engen und überaus steilen Straßen der gewiss merkwürdigsten Stadt des weiten bulgarischen Landes hinpolternd, kamen wir endlich ans Ziel.

Tirnova ist sicher die eigenthümlichste Stadt Donau-Bulgariens und gehört ebenso sicher zu den merkwürdigsten Sehenswürdigkeiten Gesammtbulga-

Digitized by Google

riens, dessen uralte Residenzstadt (von 1186 bis 1393) Tirnova ist.

Eine Würdigung dieser einzig dastehenden Stadt findet man schon in H. Barths Reise durch die Euro-



Situationsplan von Tirnova.

päische Türkei (Zeitschrift für allgemeine Erdkunde, Berlin, 1863, S. 312—316, Plan auf Taf. I des Jahrganges 1864).

Digitized by Google

Tirnova (man vergl. die vorstehende Situation, nach der russischen Karte) liegt an der hier mehrfach in scharfen Krümmungen verlaufenden Jantra, welche von Süden her durch eine enge Schlucht herausströmt, um sich in einer doppelten Schlangenwindung durch die Schluchten und die dazwischen liegenden Berge zu bewegen und nordwärts abzufließen, und zwar wieder in einer Schlucht derselben, durch die ich von Sištov gekommen war. Hier in einem wahren Schluchtenwirrsal liegt die alte Stadt zum größten Theil auf dem zwischen den beiden Laufstrecken gelegenen engen, eine T-förmige Halbinsel bildenden Streifen, am linken Ufer des umfassenden Flusses. Am rechten Ufer liegen das alte Türkenviertel im Süden und ein schmaler Häuserstreifen im Norden. Ein Blick auf die Situationsskizze erklärt, was sich in Worten kaum übersichtlich geben ließe. Das interessanteste Stück der Stadt ist die natürliche Felsenbrücke, welche an der engsten Stelle der Halbinsel die alte und wichtigste westliche Partie der Stadt mit dem Osten verbindet. Dieselbe ist nur wenige Meter breit und stürzt nach beiden Seiten mit zum Theil verticalen Wänden ab. (Man vergl. die Ansicht *C.*). Dieser Theil der Stadt stellt eine gegen Norden ganz leicht abdachende Tafel vor, dessen oberste Lage ein grauweißer dichter Kalk (Caprotinen- oder Requienienkalk) bildet, der auf mergeligen Knollenkalken liegt, mit vielen Fossilien, die ganz und gar an die Urgonschichten des südöstlichen Frankreich und der südwestlichen Schweiz erinnern. Mürbe Sand-

Digitized by Google

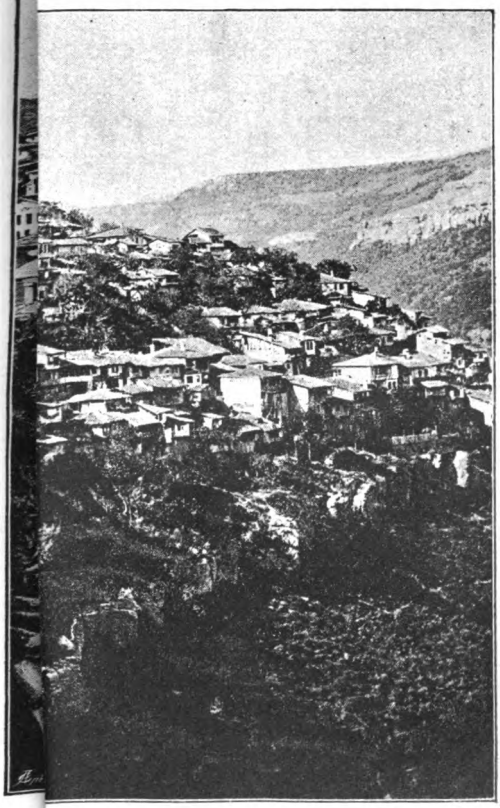
steine mit Hieroglyphen und dünngeschichtete Sandsteine liegen zu unterst. Dieselben Schichten bilden auch die Steilwände des im Norden aufragenden Garga Bair (Rabenberg), nur liegen sie dort in beträchtlich höherem Niveau und lassen sich schon an diesem einen Beispiele die geologischen Verhältnisse erkennen, die zu dem merkwürdigen Flusslauf die Veranlassung bildeten: eine Zerstückung und ungleichmäßige Absenkung einer früher in Zusammenhang gewesenen großen Tafel, deren einzelne Theilschollen dann weiter modelliert wurden.

Die eigenthümlichste Lage zeigt der alte Stadttheil, der am Hange eines Hügels („Kartala") liegt. Hier liegt Straße über Straße, Häuserreihe über Häuserreihe, so dass man thatsächlich aus der Flur des einen höher gelegenen Hauses auf das Dach eines Hauses der darunter liegenden Zeile gelangt. (M. vergl. Ansicht *A*.)

Wie schwierig dadurch der Verkehr wird, ist klar, dazu kommt noch das geradezu entsetzliche Pflaster, die Enge der Straßen und das lebhafte Getriebe auf denselben. Alles in allem glaube ich an dem Situationsplane und den Bildern meinen Ausspruch erweisen zu können, dass Tirnova zu den interessantesten Städten der Balkanhalbinsel gehört.

Auf der Situationsdarstellung ist die Stellung der Ansichten *(A, B, C, D)* zu einander markiert und gegenüber der in den Denkschriften gegebenen richtig gestellt. Ich erhielt die ganz trefflichen Bilder erst in Wien von meinem Freunde Herrn Ingenieur A. Pelz

Digitized by Google

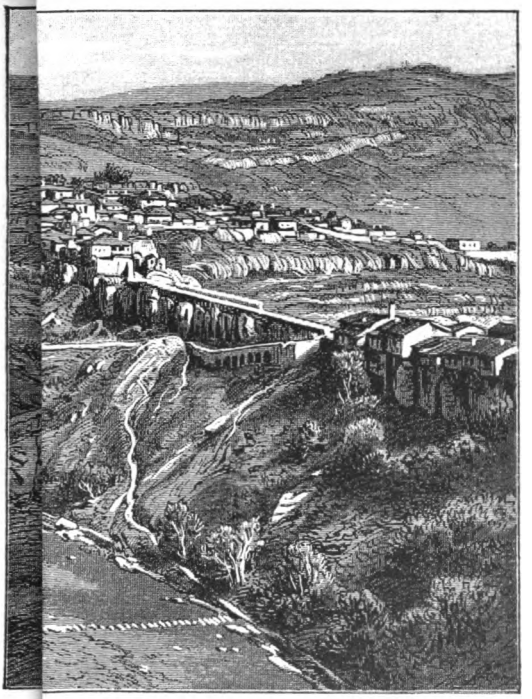


irnova.

ert.

Digitized by Google

Digitized by Google



e (rechts).
Kalkmergel und Sandsteine.

rone.

chaften in Wien, 1889.)

Digitized by Google

Die Passhöhen im westlichen Balkan sind auf eine weite Strecke hin nicht viel niedriger; so hat der Pass über den Zlaticabalkan noch 1478 *m* (dagegen aber jener über den Baba Konak nur 1050 *m*). Jener der Hauptstraße Sofia-Berkovica-Lom, der „Ginzipass", hat wieder 1538 *m*, ja der Übergang Pirot gegen Čiprovac, der Tričukipass, wird sogar mit 2043 *m* und jener über den Sveti Nikola im äußersten Westen mit 1457 *m* angegeben. Wir haben also zwischen dem Stocke des centralen Balkan und dem sogenannten Kodžabalkan im Westen eine verhältnismäßig tiefe Senkung der Kammlinie und die Flussfurche des Isker. Während wir auf diese Art ein zweites Ansteigen des Gebirges gegen Westen beobachten, nehmen die Höhen gegen Osten hin rasch ab. Der Demir-Kapu-Pass freilich hat noch 1070 *m* Höhe (Sliven-Stara reka), doch bleiben die Passhöhen zwischen Kotel und Čatak und über den Vrbicapass schon unter 800 *m* (ersterer etwa 724 *m*), und die östlichen Übergänge liegen noch weit weniger hoch, so der Čalikavakpass (Karnabad-Šumla) nur mehr etwa 450 *m* hoch; jener von Tikenlik nach Prača und der höchste Punkt der Straße Varna-Burgas bleiben noch unter 400 *m* Meereshöhe. Ja in dem ganzen Ostbalkan, östlich von der Straße über den Vrbicapass gibt es keine Höhe, die 900 *m* erreichen würde, und nehmen die Berge rasch auf 700 *m* und im Osten auf 400 und 300 *m* Höhe ab.

Betrachtet man die geologischen Profile, die ich in den verschiedenen Theilen des Balkan con-

Digitized by Google

struierte (Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, 1889), so ergibt sich, dass die größten Höhen überall dort auftreten, wo ältere Gesteine in der Kammhöhe zu tage treten, während dort, wo die Kammlinie geringere Höhen aufweist, jüngere Gesteine: Sandsteine und Mergelschiefer, mit Flyschcharakteren herrschend werden.

Die Hochregionen des Balkan mit ihren alten, zum Theil vollkrystallinischen Schiefergesteinen mit größeren und kleineren Stockmassen von krystallinischen Massengesteinen bezeichnen tiefer gehende Aufbrüche, eine weiter gehende Thätigkeit der gebirgsbildenden Kräfte, eine weiter gehende Zusammenpressung und Stauchung gegenüber den weniger weitgehenden Faltungen im östlichen Theile des Gebirges. Doch zurück zu der zu gebenden Schilderung eines der Balkanübergänge.

Ich will gerade die höchste Straße herauswählen, jene über den Rosalita oder Rasalita (1874 *m*) und Maragedjük (1650 *m*).

Der blutgetränkte Šipka und der Übergang über die Poterestica lagen hinter uns, als wir in Kalofer einzogen, eine der Hauptindustriestätten am Südfuße des Balkan, welches fast ganz neu aufgebaut, schon wieder einen recht freundlichen und wohlhabenden Eindruck machte. Es zeugt für eine große Betriebsamkeit der Bewohnerschaft, aber auch für deren Reichthum, wenn man bedenkt, dass von den 1600 Häusern, welche die Stadt vor ihrer Verwüstung während des

Digitized by Google

Krieges (1877) zählte, zur Zeit unseres Besuches bereits 1300 neu hergestellt waren, und dass in den Fabriken und fast in jedem zweiten Hause das rasselnde Schnurren der Gaitan-Maschinen sich hören ließ; ein Mühlrad drehte sich neben dem andern an der wasserreichen Tundža. Ihr Bett ist über und über mit mächtigem Blockwerk von Granit, Granitgneiss, Glimmergneiss mit großen Feldspatkrystallen und Quarzit erfüllt, was auf gewaltige Hochwässer schließen lässt. Diese Blöcke liefern das Material für Uferbauten, Umfassungen und für die Häuser.

Die Stadt liegt am Ausgange einer engen Schlucht mit starkem Gefälle, in dunklen Schiefern mit Granitgneiss, mit Quarzitzügen und Gängen, durch welche man in ein flaches höher gelegenes Becken im Granit gelangt, aus dem sich mit steilen Gehängen die Südhänge des Gebirges zu den gewaltigsten Höhen im ganzen Gebirge erheben und dessen tiefe Schluchten das Sammelgebiet der Tundža darstellen, welche übrigens hier nur durch eine kaum 1500 *m* breite Gebirgsrippe von dem parallel damit laufenden Quellbache der Struma (des Giopsu) getrennt ist.

Die höchsten Höhen ragen über die Region der Wälder hinauf und bilden wie der Jumrukčal und der Kadimlija runde flachkuppelförmige, wiesbedeckte Höhen, die über den vielzerrissenen Hängen mit lichtem Waldbestande emporragen. Rasch geht es nun hinauf. Auf eine Strecke von etwa 7 *km* Luftlinie entfällt eine Höhenzunahme um fast 600 *m*. Bald ist man so hoch,

Digitized by Google

dass man den Jumrukčal mit seinen Steilwänden unterhalb der Hochwiesen vor sich sieht (man vergleiche die beistehende Abbildung).

Vorwaltend kommt man über schieferige Gesteine mit Gängen von milchweißem Quarz und erst in größter Höhe auf den Alpwiesen auf tiefhinein zersetzte gneissartige Gesteine. Hier ist man im Quellgebiete der Tundža und allenthalben rieseln die klaren kalten (4·5°) Gewässerchen aus kleinen Quellmulden (trichterförmigen Thalkesseln), zum Theil kleine Wasserfälle bildend, zusammen. Diese Hochmulden sind alle nach Osten zu offen.

Der Jumrukčal (2370 *m*).

Digitized by Google

Der Saumweg führt gerade zwischen Jumrukčal und Kadimlija empor. An der Waldgrenze kamen wir an einem Lagerplatz macedonischer Hirten vorüber, die im ganzen Hochbalkan den Sommer über vier bis fünf Monate lang ihre Schafheerden weiden.

Sie bilden die einzigen zeitweiligen Bewohner dieser Hochregionen, und ihre Laubhütten bilden die einzigen luftigen Heimstätten derselben, die einzigen Zufluchtstätten auf viele Stunden weite Strecken für den Reisenden.

Ein solches Hirtenlager, das ich bei einem östlicheren Übergange beachtete, bestand aus zehn Familien, die bei 2000 Stück Schafe auf den Weiden hatten. Die betreffenden Leute waren Bulgaren aus Macedonien und waren mehr als 500 *km* weit von ihrer Heimat entfernt.

Von der Höhe aus überblickten wir gegen Süden hin die ganze Rhodope, deren höhere Partien über den Nebel aufragten, wir konnten aber auch das Silberband der Struma (des Giopsu) erkennen bis gegen Philippopel hin!

Unser Weg führte nun auf einer Art undulierter Hochfläche bis an den Rand eines tiefen Thalkessels, der ganz und gar im Gebiete des Granitgneisses gelegen, im Norden von einem um mehr als 200 *m* niedrigeren Wall begrenzt wird, über den wir auch noch hinüber mussten. Dieser kleine, so hoch liegende Thalkessel ist das oberste Quellgebiet der Teža oder des Monastir-Dere, eines Zuflusses der Tundža, der mit seinem obersten Laufstücke die höchste Erhebung des Gebirges nordwärts umzieht und gegen Ost und Süd entwässert,

Digitized by Google

Die Hochregion des centralen Balkan mit dem Passe Mara-Gedjük.
Gesehen von Novoselo an der Ostrec Reka (einem Quellzuflusse des Vidimo).

Gezeichnet nach einer Tagebuchskizze des Autors von J. Varrone.

(Aus den Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien.)

Digitized by Google

Digitized by Google

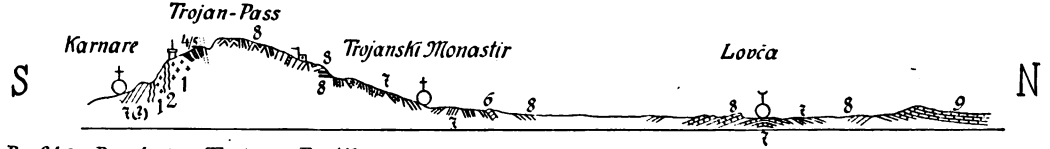
indem er durch einen Einriss des Kessels an seiner Ostseite ausbricht. Die Wasserscheide und zugleich die politische Grenze zwischen Donaubulgarien und Ostrumelien gegen die Vidima oder den Lauf der Rusica, welche nördlich von Tirnova in die Jantra sich ergießt, ist auf diese Weise an dieser Stelle weit nach Nord vorgeschoben.

Nicht bald wieder wird man ein derartig quellenreiches Gebiet finden. Von allen Hängen rauscht und rieselt es hinab und auch jenseits, gegen Norden hin, ist es ganz ähnlich und der Ostrec — so heißt der Bach, der auch die „Boué Cascade" bildet — wächst sehr rasch zum ansehnlichen Bache an, so dass hoch oben im Gebirge schon eine Sägemühle in Thätigkeit steht.

Hier im Norden ist der geologische Bau ganz und gar verschieden vom Südhange. Der staffelförmig abstürzende Mara Gedjük besteht zwar zu oberst noch aus krystallinischen Schiefern, auf diesen liegen aber bei der Mühle schon Gesteine, in welchem ich einen Ammoniten fand, der für untere Kreide spricht. Und ähnlich so ist es in der Regel in fast allen Profilen, es ist, als wäre die Kreide auf das ältere Kerngebirge hinaufgeschoben worden; in der Regel sind die betreffenden Schiefer, Sandsteine und Mergel überdies in viele Falten zusammengeschoben, sie erscheinen wie zerknittert, gestaucht. Hier kommt man, auf eine weite Strecke hin, durch schönen Wald: Buchen herrschen vor, dazwischen treten aber auch Nadelhölzer auf.

Digitized by Google

Profil 1. Durch den Berkovica-Balkan.



Profil 2. Durch den Trojan-Balkan.

Profil 3. Durch den Travna-Balkan.

Profil 4. Durch den Ajtos-Provadia-Balkan.

Digitized by Google

Eine gute Vorstellung von dem Charakter des überschrittenen Gebirges mag die Ansicht geben, welche ich von Novoselo aus gezeichnet habe, dem obersten größeren Dorfe, das wir nach etwa $2^1/_2$ Stunden von der Grenze aus erreichten (man vergl. die vorstehende Tafel). Den Charakter der Häuser in den Balkanhochthälern mag das Bildchen gleichfalls geben. Eine beiläufige Vorstellung vom geologischen Baue des Balkan mögen aber die nebenstehenden Idealprofile vermitteln.

Das erste (Profil 1) bringt die Verhältnisse im westlichen Balkan zur Anschauung, und zwar auf der Linie von Kutlovica, am Südrande der nordbalkanischen Ebene, bis Berkovica, und von hier über eine der höchsten Erhebungen des westlichen Balkan, die Spitze des Kom (im SW. von Berkovica) durch das südliche Kreidegebiet bis an die Nišava.

Das zweite und dritte Profil sind dem centralen Balkan entnommen, das vierte endlich dem östlichen Balkan. Eine vergleichende Betrachtung derselben werden die Auseinandersetzungen des zweiten Abschnittes leichter verständlich machen.[1])

[1]) Erklärung der Bezeichnungen in den Profilen: 1. Krystallinische Massengesteine. — 2. Krystallinische Schiefer (zum Theil paläozoisch). — 3. Paläozoische Gesteine. — 4. Trias. — 5. Jura. — 6. Kreidekalk (Caprotinenkalk). — 7. Untere Kreide (Criocerasschichten etc.). — 8. Kreidesandstein (Flyschartige Gesteine). — 9. Obere Kreide. — 10. Kohleführende Formation. — 11. Tertiär. — 12. Quaternär. — 13. Eruptivgesteine.

Digitized by Google

II.

Geologische Skizze.

Das Gebiet von Donau-Bulgarien und Ostrumelien könnte man in orographisch-geologischer Beziehung etwa folgendermaßen eintheilen:

1. Das nordbalkanische Vorland, ein aus fast horizontal gelagerten jungmesozoischen (Jura und Kreide) Gesteinsschichten bestehendes, weithin mit tertiären Bildungen und diluvialen Lehmmassen bedecktes, und gegen die Donau terrassenförmig abstürzendes, ausgeebnetes Tafelschollenland.

2. Das gefaltete Balkansystem. Es fällt mit Ausnahme eines kleinen westlichen Theiles dieses Gebirges das ganze System in unser Bereich.

3. Die dem Balkan im Süden vorgelagerten Mittelgebirge, die Sredna gora mit dem Karadža Dagh („Rehgebirge") im Westen.

4. Das Ausbruchsgebirge von Jamboli-Aitos-Burgas im Südosten.

5. Theile des großen alten krystallinischen macedonischen Festlandes (Rhodope- oder Despotogebirges) mit seinen jüngeren, aufgesetzten Ausbruchsgebirgsmassen und, in genetischem Zusammenhange damit, mit dem nördlichen Theile der kleineren ostthracischen Scholle (oder dem Istrandžagebirge).

6. Endlich fällt auch noch das Südende des an den Westbalkan einerseits und an das Nordende des mace-

Digitized by Google

donischen Festlandes andererseits angelagerten Kalksteinzuges, der Ostserbien von N.—NO. nach S.—SO. durchzieht, auf bulgarisches Gebiet.

Eine Besprechung der einzelnen Formationsglieder in chronologischer Aufeinanderfolge wird vielleicht am naturgemäßesten das Material zu einer geologischen Geschichte des Landes im ganzen und großen liefern und zu der Erkenntnis des Verhältnisses, in welchem die genannten orographisch-tektonischen Gebirgsglieder zu einander stehen, führen.

Die ältesten Gebilde treten einerseits im Tundžamassiv mit dem Istrandžagebirge, zwischen Marica, der südbalkanischen Niederung und der Küstenregion des schwarzen Meeres, und andererseits in der Rhodopemasse auf. Beide sind durch den Isthmus von Harmanli an der Marica auch oberflächlich mit einander verbunden. Die letztere ist durch ähnliche Gebirgsrücken einerseits mit der vorgeschobenen Masse der Vitoša, andererseits mit dem krystallinischen Antheile der Sredna gora verbunden, und zwar in der Nähe dort, wo Isker und Marica ihren Ursprung nehmen.

Die Sredna gora aber ist wieder in Verbindung mit den ältesten Gebirgsgliedern des Balkansüdrandes, so in der Gegend der Gjopsu- und der Tundžaquellen, zum Beispiel bei Klissura, Kalofer, aber auch bei Slatica im Westen und bei Tvardica im Osten, so dass wir zu einem zusammengehörigen Ganzen, und zwar zu einem uralten Festlande geführt werden.

Wir erhalten auf diese Weise und wenn wir auch

Digitized by Google

nur bis zum Vardar gegen Westen ausgreifen würden, obgleich dieselben Gesteine auch noch darüber hinaus bis in die Gegend von Ochrida hinüberreichen, eine Grundgebirgsmasse, welche jene des südöstlichen und mittleren Frankreich, „die Masse des Centralplateaus", an Größe noch übertrifft, und könnten dieselbe als das alte rumelische Festland bezeichnen.

Dies wäre auch zugleich der beiläufige Umfang des „balkanischen Festlandes", von welchem Peters ausgeht, um das Vorkommen der Strand- und Seichtwasserablagerungen, wovon es vielfach umsäumt erscheint, zu erklären. Es müsste vor allem das Material zur Bildung der Quarzite, Sandsteine und Conglomerate des dyado-triadischen Zeitabschnittes, aber auch das der Sandsteine und Conglomerate der jüngeren Zeitabschnitte: Lias, Dogger, Kreide und Eocän darauf zurückgeführt werden. Peters war es vor allem um die Kohle führenden Liasablagerungen im Gebiete von Fünfkirchen und im Banate zu thun („Bemerkungen über die Bedeutung der Balkanhalbinsel als Festland in der Liasperiode", Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, 19. November 1863), wobei er das transylvanische Hochgebirge als einen „nördlichen Flügel" jenes Festlandes betrachtete.

Das von Mojsisovics angenommene „orientalische Festland" („Grundlinien der Geologie von Bosnien-Herzegowina", 1880), welches Tietze zu so überaus scharfen „Recriminationen" Veranlassung gegeben hat („Zur Würdigung der theoretischen Speculationen über

Digitized by Google

die Geologie von Bosnien", Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft, 1881), greift noch weit über die Grenzen des „rumelischen Festlandes" hinaus, indem es auch, wenigstens theilweise, Randgebiete mit umfasst, die bei den kettengebirgsbildenden Vorgängen in diese mit einbezogen wurden und, wie wir glauben, als „gestaute" Massen von den stauenden wohl unterschieden werden müssen.

Was seine geologische Zusammensetzung anbelangt, so ist vor allem das Auftreten der vollkrystallinischen Massengesteine (Granit, Syenit, Diorit etc.) zu erwähnen, welche größere und kleinere Stockmassen bilden und umhüllt erscheinen von krystallinischen Schiefergesteinen, und zwar nehmen die letzteren offenbar den weitaus größeren Raum ein. Es ist dies sowohl im centralen Balkan als auch in der Sredna gora und in der Rhodope der Fall. Auf der Vitoša treten Syenite und Hornblendegranite auf. Die höchste Erhebung der Rila (Zelenin Vrh) oberhalb des Klosters besteht (nach Angabe Zlatarskis) aus grauem Gneiss und treten auch hier die Granite nur untergeordnet auf. Ebenso wird aber auch im centralen Balkan, wo die krystallinischen Gesteine die weiteste Ausdehnung besitzen, bei detaillierter geologischer Aufnahme, die Auflösung der vollkrystallinischen Massen in isolierte, von krystallinischen Schiefern umschlossene Stöcke aus granitischen Gesteinen das Schlussergebnis sein.

Die krystallinischen Schiefergesteine sind von größter Mannigfaltigkeit: Gneissgranite und Granit-

Digitized by Google

gneisse, kaum von massigen Gesteinen zu unterscheiden, echte ältere Glimmergneisse, Glimmer- und Hornblendeschiefer, aber auch Chlorit- und Sericitschiefer mit Einlagerungen von krystallinisch körnigem Kalk.

Was die Tektonik anbelangt, so gilt für dieses ganze weite und uralte Gebiet als Grundzug, dass dasselbe vielfach durch Störungslinien zerstückt, als ein wahres Schollengebirge zu bezeichnen ist. Eine der Hauptstörungslinien, offenbar jüngeren Alters, kann als die südbalkanische Thermenlinie bezeichnet werden. Sie verläuft fast westöstlich von Banja bei Panagurište bis Lidža bei Aitos. Eine zweite Störungslinie scheint, durch die Thermenreihe von Sofia—Bali effendi, Bania (zwischen Ichtiman und Samakov) und Bania (SW. von Tatarbasardžik) angedeutet, von NW. gegen SO. durch die Rhodope zu ziehen. Auf andere solche Linien deuten die warmen Quellen von Džuma, Köstendil, Vranja, sowie jene nahezu derselben Richtung (SSO. nach NNO.) folgenden Thermen von Banja bei Niš, bei Alexinac etc. etc.

Aber auch die zahlreichen und ausgedehnten Trachytgebirge, welche als Kuppengebirge den krystallinischen Schollen aufgesetzt erscheinen, bezeichnen die Existenz weiterer Brüche zwischen den Schollen. Im Gebiete der Rhodope sind es die Gebirge am Feredžik, am Arda, zwischen Arda und Mesta und zwischen Mesta und Kritschma etc., Gruppen und Züge von Kuppen- und Kegelbergen, die ganz ansehnliche Höhen erreichen und aus Quarztrachyten, echten Trachyten

Digitized by Google

und Andesiten bestehen und die ihrem Alter nach mit den weite Gebiete im Massengebirge einnehmenden eocänen Ablagerungen, z. B. jenen von Chaskiöi übereinstimmen dürften.

Auf weite Strecken lagern, als den Untergrund verhüllende Decke, auch jüngere Sedimente über den krystallinischen Schollen, die zu verschiedenen Zeiten in größere Tiefe sinkend beckenartige Einsenkungen bildeten, Vorgänge, welche offenbar auch jene Einbrüche des Meeres der Eocänzeit, die mit Ausbrüchen der Eruptivgesteine in einem gewissen zeitlichen Zusammenhang gestanden, veranlasst haben. Die meisten und ausgedehntesten dieser „Becken" liegen im Bereich der krystallinischen Gebirge oder an den Rändern derselben. In unser Gebiet fallen von diesen Becken die Kette von kleineren jüngeren Thalebenen am Südrande des Balkan, das Becken von Sofia, von Slatica, jenes des oberen Gjopsu und die an der oberen Tundža liegenden zwischen Kalofer und Tvardica, vor allen aber jenes von Kazanlik. Fast alle diese sind nur von ganz jungtertiärem oder diluvialem Alter. Alluvionen der jetzigen Flüsse und zum Theil terrassierte alte Schotter-, Sand- und Lehmmassen, haben die Böden ausgeebnet und bilden die Rinnen der Wasserläufe. Manche haben ganz und gar das Aussehen alter Seeböden. Der See des Beckens von Sofia wurde durch den Isker nach Norden, jener von Kažanlik durch die Tundža nach Osten entwässert.

Ähnlich so verhält es sich mit dem Becken von

Digitized by Google

Samakov am oberen Isker und mit jenem von Bania und Ichtiman an der Marica. In ihnen fehlen tertiäre Ablagerungen. Ebenso ist es mit den Randbecken von Köstendil, Dubnica und Radomir. Das weite Becken von Tatarbasardžik—Philippopel, wie es heute vorliegt, ist nicht älter; alles Ausebnungsmaterial ist alluvial oder diluvial; freilich ist es, wie das Auftreten von Eocänablagerungen im Südosten beweist, nur ein Theil eines viel größeren und in der ersten Anlage viel älteren Beckens. Ähnlich so verhält es sich mit dem Becken von Eski Sagra—Jeni Sagra, an dessen Ausfüllung auch ganz jungtertiäre Sand- und Schottermassen theilnehmen, aus welchen Reste eines jungtertiären Elephanten *(Elephas meridionalis)* und eines Flusspferdes *(Hippopotamus major)* bekannt geworden sind. Tertiäre Ausfüllungsmassen kennt man aber auch aus Randbecken; so finden sich zum Beispiel jungtertiäre, recht gute Braunkohlen im Becken von Čirpan (Sofia W.).

An die im Vorhergehenden besprochene Festlandsmasse sind nun die eingangs genannten jüngeren Gebirge angegliedert. Der Balkan, dessen älteste Gesteine im centralen Balkan wir als randliche Schollenantheile der rumelischen Masse erkannt haben, weist seine ältesten Gebirgsarten im westlichen Theile auf, wo wir auch seinen Bau am verwickeltsten finden, während er nach Osten hin im centralen Theile wohl seine massenhafteste Erhebung aufweist, jedoch in seinem tektonischen Baue wesentlich einfachere Verhältnisse erkennen lässt und im Ostbalkan zu einem

Digitized by Google

in viele verhältnismäßig niedere Rücken aufgelösten Faltengebirge wird, das nur hie und da ältere Gesteine zutage treten lässt, als wäre hier die Energie der Gebirgsbildung eine wesentlich geringere gewesen.

Im westlichen Balkan begegnen wir einige vollkrystallinische Durchbruchsgesteine, die mit jenen der rumelischen Masse offenbar in keinem unmittelbaren Zusammenhange stehen, und die sich an mehreren Stellen bis an den Nordfuß des Gebirges erstrecken und uns uralte Elemente des Gebirges erkennen lassen. Es sind die Granite, Syenite und Diorite des Sveti-Nikola, sowie jene im Berkovicabalkan, im Rzana Vrh und im Etropolbalkan, die vielfach von jüngeren porphyrisch-andesitischen Gesteinen durchbrochen werden (die vor allem mannigfaltig auch im Iskerdurchbruch angetroffen wurden). Krystallinische und halbkrystallinische Schiefer umhüllen vielfach das Massengestein. Im Berkovica- und Etropolbalkan liegen sie umhüllt von Phyllit und Phyllitgneiss. Eines der auffallendsten unter den krystallinischen Gebieten ist jenes am Nordfuße des Gebirges vor Belogradčik und Rabiš, wo die Granite die Basis im flachhügeligen und fast ausgeebneten Vorlande bilden.

Im Westen wurden auch sichere Äquivalente der Steinkohlenformation, und zwar die Culmschichten und oberes Carbon („Farnenzone") gefunden. Ob auch gewisse grüne Schiefer hierher zu stellen seien, bleibt dahingestellt. Dyadische Sandsteine mit Kohleneinlagerung (bei Belogradčik) treten gleichfalls nur im

Digitized by Google

Westen auf, und zwar in steiler Aufrichtung unter discordant darüber lagernden rothen Sandsteinen und Conglomeraten. Über jenen rothen Sandsteinen, welche die bizarren Felsformen bei Belogradšik, eine der geologischen Sehenswürdigkeiten des Landes, bilden, und auch im Čiprovacer Balkan in mächtigen Massen gewaltige Abstürze gegen Nord bildend, auftreten und weit nach Osten anhalten, treten im Westbalkan Plattenkalke und dolomitische Kalke auf, welche der Trias entsprechen und sich, wenn auch in geringerer Erstreckung, im centralen Balkan verfolgen lassen, und zwar sowohl im Teteven- als auch im Šipka-, Travna-, Elena- und Slivenbalkan, dagegen im östlichen Balkan und ähnlich so auch im Banate vollkommen fehlen. Nach einer größeren Unterbrechung in der Aufeinanderfolge der Schichten trifft man im Balkan mittleren und oberen Lias, der zum Theile ohne scharfe Trennung in den Dogger hinübergreift. Der im Banat vorkommende, Kohle führende tiefere Horizont fehlt im Balkan. Im Tetevenbalkan ist die Lias-Juraformation am weitesten entwickelt, als eine verhältnismäßig schmale Zone zieht sie sich durch den Trojanbalkan in der Kammregion hin, um nach Osten und Westen nur in isolierte Vorkommnisse zerstückt aufzutreten, so südlich von Belogradčik, im Berkovica-, Preslav- und Karnabadbalkan. Auch oberer Jura tritt nur ganz sporadisch in der westlichen Hälfte des Gebirges auf, und erst die Kreide bildet weithin reichende und zusammenhängende Gebiete, und zwar in recht

Digitized by Google

verschiedener facieller Entwicklung, in deren gefaltetem Terrain die isolierten älteren Formationen Trias und Jura in der Form von Aufbrüchen hervortreten, indem die Kreide auch hier eine Transgression über ältere Bildungen darstellt.

Die Gliederung der Kreide im westlichen Balkan ist die folgende:

Zu unterst treten, und zwar nur im Westen, Nerineen-, Pentacriniten- und Korallenkalke auf, die recht auffallend an gewisse in der Klippenzone der Karpathen bekannte Bildungen erinnern (tithonische Etage?). Nächst jünger sind plattige, mergelige Kalke mit ziemlich reicher Fossilienführung (Ammoniten verschiedener Form, *Crioceras Duvali* und vieles andere). Sie treten schon im Westen auf und ziehen in einer, wie es scheint, ununterbrochenen Zone aus der Gegend von Kutlovica über Jablanica, Trojan, Elena, südlich von Osmanbasar bis über Šumla hinaus. Es sind Äquivalente der in den Ostalpen als „Rossfelderschichten" bezeichneten Bildungen, die man in Frankreich als „Hauterive-Stufe" bezeichnet.

Einem höheren Horizonte gehören die mergeligen Kalke an, welche bei Rasgrad mit einem auffallend großen Reichthum an Formen auftreten, die auf das Beste der südost-französischen (alpinen) „Barrême-Stufe" entsprechen.

Diese untere Kreide, welche bereits am nördlichen Rande des Gebirges auftritt und in das nördliche Balkanvorland hinübergreift, dürfte wenigstens im Ost-

Digitized by Google

balkan und vielleicht auch in den südbalkanischen Vorlagen eine Vertretung in der Form von wohlgeschichteten Sandsteinen und sandig-körnigen, plattigen Kalken finden.

Ganz andere Entstehungsbedingungen liegen diesen letzteren Bildungen, vor allem aber den Sandsteinen zu Grunde, indem sie in Seichtwasser entstanden, während die Crioceras- oder Hauterive- und die Barrêmeschichten Bildungen der Tiefsee vorstellen. Neben diesen finden sich aber wieder andere Kalke mit vielen dickschaligen Muscheln, die „Caprotinenkalke", welche riffbankartige Anhäufungen vorstellen. Und auch Zwischenriffbildungen, mergelige „Bryozoen- und Seeigelschichten", wie sie auch in den heutigen Meeren zwischen den Korallenriffen vorkommen, sind hie und da vorhanden, so besonders am Nordrande der zum Theil aus Caprotinenkalken bestehenden Kalkmassen des Vracabalkan. Ein weiteres, und zwar wieder davon verschiedenes Formationsglied bilden die Sandsteine und mergeligen Gesteine mit Korallen und den unzähligen, an einer Seite vertieften kreisrunden Scheibchen, den Orbitolinen. Auch dieser Horizont findet sich sowohl an der äußersten Westgrenze, als auch in der Gegend von Vraca, nördlich von Lovča, Tirnova und dann bei Kotel, wo auch ziemlich gleichalterige Mergel mit Korallen auftreten, welche kugelförmige Körper, (Parkerien?) enthalten, Hydrozoen, welche bisher nur aus dem Cenoman von Cambridge in England und durch Stoliczka aus dem Himalaya vom

Digitized by Google

Karakorumpasse bekannt geworden sind. Während im Westen die Cenomanschichten näher dem Nordrande oder wenigstens fernab von der Kammhöhe, ja gegen die serbische Grenze hin sowohl im Norden als auch im Süden der Mittelregion des Gebirges auftreten, rücken sie im Osten in die Nähe der Kammregion (bei Kotel). Räumlich am verbreitetsten sind die Sandsteine mit den Charakteren des Wiener- oder Karpathensandsteines, welche man vielfach als Flyschsandsteine zu bezeichnen pflegt. Sie stellen sich schon im Westbalkan ein, und zwar gleichfalls in nicht zu breiten Zonen auf beiden Seiten der älteren Gesteine des Wasserscheidekammes, werden aber im centralen Balkan schon viel breiter und bilden weithin reichende breite Zonen, die vielfach in Falten gelegt erscheinen, um schon im Trojan- und noch mehr im Elenabalkan bis in die Kammregion zu reichen. Hie und da treten darin die für die Kreide bezeichnenden Inoceramen auf, und zwar sowohl in Sandsteinen wie auch in den damit vielfach wechsellagernden Mergelschichten. Jenseits von Sliven, im Karnabad-, Aitos- und Eminehbalkan, setzen sie dann mit ihren Faltenzügen geradezu die Hauptmasse des Gebirges zusammen, das am Pontus fast ganz und gar daraus besteht.

Ausser dem Kreideflysch, der die obere Abtheilung der Kreideformation repräsentiert, nimmt im Ostbalkan noch das Eocän mit Nummuliten am Aufbau der verhältnismäßig niedrigen Bergzüge theil. Zuerst wurde es von uns (1884) bei Tirnova beobachtet und später

Digitized by Google

noch an vielen weiteren Stellen im Bereiche des gefalteten Gebirges nachgewiesen, und zwar vor allem in der Gegend von Sliven, wo das Eocän sogar in mehreren Ausbildungsformen vorkommt und ziemlich sicher als der Zeit nach mit den Roncaschichten im Vicentinischen übereinstimmend festgestellt werden konnte. Eine etwas andere Ausbildung haben die schon seit 1856 bekannten Eocänablagerungen im Westen von Varna.

Sehr wahrscheinlich ist, dass auch die Steinkohle führende Formation des Balkan dem Eocän angehört, wenigstens stimmen die damit zusammen sich findenden Muschelreste recht gut mit Formen der Cyrenenmergel, während an anderen Stellen die darin angetroffenen spärlichen Pflanzenreste eher für obere Kreide sprechen würden. Die Ähnlichkeit der Flyschgesteine mit jenen der Apenninen, Alpen und Karpathen ist eine sehr große und wird im Vergleich vor allem mit dem räumlich zunächst liegenden Flyschgebirge, welches an der Grenze von Ostsiebenbürgen und der Moldau hinzieht, geboten sein. Man denkt sich in der That in die genannten Flyschgebirge versetzt. Der petrographische Charakter und die spärlichen organischen Einschlüsse zeigen die größte Übereinstimmung: Fucoiden finden sich stellenweise in Masse, zum Beispiel bei Aivadžik, und auch die Hieroglyphen auf den Sandstein- und Mergeloberflächen sind besonders im Osten ganz gewöhnlich. Auch hier, wie in den übrigen genannten Flyschsandsteingebirgen wird die Scheidung

Digitized by Google

des der Kreide und dem Eocän zugehörigen Antheiles eine langwierigere Detailarbeit erfordern.

Obere Kreide vom Typus jener von West- und Nordwest-Europa fehlt gleichfalls nicht. Im Bereiche des Balkan selbst ist die obere Kreide jedoch auf das Vorkommen der Inoceramen-Spatangidenkreide beschränkt.

Bildungen dieser Art innerhalb des Balkankammgebietes habe ich im Travnabalkan angetroffen. Hierher gehören im Westbalkan die mergeligen Kalke von Čelopeč, südöstlich von Vraca, Bildungen, die offenbar gegen Nordost eine weitere Ausdehnung erreichen, und endlich die Inoceramenschichten im Flyschgebiete des Ostbalkan. Die jüngsten im inneren Balkangebiete auftretenden Gebilde sind die erwähnten Eocänablagerungen, die im Ostbalkan eine sehr wichtige Rolle spielen.

Mit den Verhältnissen im innern Balkan müssen nun auch die nördlichen und südlichen Vorlagen in Vergleich gebracht werden und wird es sich empfehlen, zuerst die südlichen ins Auge zu fassen, die sich so innig an den centralen Balkan einerseits und an die Rhodope andererseits angliedern. In der westlichen Sredna gora, über die wir einer ausführlicheren Arbeit meines ehemaligen Reisebegleiters Zlatarski entgegensehen, haben wir vor allem dieselben krystallinischen Gesteine wie im centralen Balkan, mit älteren Gang- (Granit, Syenit, Diorit) und jüngeren Ausbruchsgesteinen (Amphibol- und Augit-Andesit, Tra-

Digitized by Google

chyt, Rhyolith etc.). Außerdem haben wir nur dolomitische Kalke (der Trias?), welche nach Süd und Südwest einfallen, und mergelig-schieferige Gesteine der Kreideformation. Auch der Karadžadagh oder die östliche Sredna gora hat uns im Norden krystallinisches Grundgebirge (Gneissgranit und Granit, krystallinische Schiefer verschiedener Art und Schollen von Trias-Dolomit) erkennen lassen, während im Süden eine ganz eigenthümliche Wechselfolge von mergelig-schieferig-sandigen Gesteinen (zum Theil auffallend discordant aufgelagert) ein weites Gebiet einnimmt, Gesteine, die mit Eruptivgesteinen in einem innigen Zusammenhange stehen, die zum Theil der Porphyrit- und Porphyr- und zum Theil der Andesitreihe angehören und auch verschiedenen Alters sein dürften.

Tuffe von Ausbruchsgesteinen wechsellagern auch in zahlreichen Wiederholungen mit den genannten Sedimentgesteinen, die wenigstens zum größten Theile der Kreide angehören dürften, wenngleich einem höheren Horizonte, als früher angenommen wurde.

In der Gegend von Aitos im Osten scheinen ähnliche Verhältnisse zu herrschen. Auch hier finden sich Sedimentärtuffe cretacischen Alters (Inoceramen führend) mit Lagergängen von Ausbruchsgesteinen wechsellagernd.

Südlich vom Aitos- und Karnabadbalkan bis gegen Jambol und in einer Fortsetzung bis ans schwarze Meer hinziehend, dehnt sich das ausgedehnte Ausbruchsgebiet aus, in welchem dunkle Augit-Andesite

Digitized by Google

und damit verbundene Mandelsteine die Hauptrolle spielen, während auch vereinzelte Trachyte nicht fehlen. Das Alter dieser Eruptionen kann unschwer zwischen gewisse Grenzen gebracht werden. Sie haben, wie aus obiger Angabe hervorgeht, sicherlich schon in der Kreideperiode begonnen. Der Nachweis des Vorkommens von Nummuliten in gewissen Tuffen dieser Ausbrüche lassen aber erkennen, dass sie auch noch während des Eocän angedauert haben.

Die Sicherstellung des Verhältnisses zwischen den Eruptivgesteinen des Ostens, besonders bei Aitos, jenen der Sredna gora, endlich jenen den Nordhang der Vitoša bildenden Massen von andesitischem Aussehen und den besonders im Visker und Lülüngebirge (in Westbulgarien) mit Tuffen in Verbindung auftretenden, von Hochstetter als Melaphyr bezeichneten Gesteinen, ist eine gewiss hochinteressante Aufgabe. Nach dem Stande unserer dermaligen Kenntnisse erscheint die Annahme erlaubt, dass alle drei einem und demselben Systeme angehören, dass also die große Kette von Thermen und Ausbruchsstellen vom schwarzen Meere bis in die Gegend von Trn hinüberreicht und eine Linie vorstellt, auf der Ausbruchsthätigkeit von der oberen Kreide bis in das Eocän und wohl auch noch darüber hinaus angedauert hat, während als letzte Regung die Thermenthätigkeit bis in die Gegenwart reicht.

Die Eruptivgesteinsberge im äußersten Osten erheben sich aus und am Rande der den Golf von Burgas

Digitized by Google

umsäumenden Ebene und reichen bis ans Meer, eine Strecke weit altkrystallinisches Gebirge bedeckend. Jene Ebene aber stellt eine Bucht des tertiären Meeres dar, ähnlich jener, welche sich nördlich vom Balkan in der Gegend von Varna gegen Westen ins Land erstreckt. Die nördliche Bucht bestand auf jeden Fall schon während der Eocänzeit (Nummuliten-Formation im Westen von Varna), war aber auch während der Miocänperiode von einem Meere von mediterranem Charakter erfüllt, welches später eine Phase mit größerem Salzreichthum durchmachte und schließlich brackischen Charakter annahm (Spaniodonschichten und sarmatische Bildungen). In der südlichen Bucht sind das Eocän und die sarmatische Stufe sicher entwickelt. Spaniodonschichten wurden dagegen noch nicht angetroffen. Äquivalente der Congerienschichten scheinen im Norden und Süden zu fehlen.

Betrachten wir das im äußersten Westen Bulgariens gelegene Gebiet etwas genauer.

Hier zieht, wie eingangs angedeutet, ein Gebirgszug, von der Donau, her zwischen Morava und Timok und weiterhin zwischen Morava und Nišava verlaufend nach Süden, der mit dem im Norden der Donau meridional verlaufenden Banater Gebirge in einem gewissen Zusammenhange steht, der aber seiner Richtung nach (in unserem Gebiete) sich dem dinarischen Systeme anschließen würde. Der Theil südlich von Niš weist zwei ziemlich parallel verlaufende Zonen auf, eine westliche aus krystallinischen Schiefern (Gneiss, Glim-

Digitized by Google

merschiefer, Chloritschiefer und Phyllit) und eine östliche, zum weitaus größten Theile aus Kreidekalken bestehende, welch letztere ausgedehnte Plateaux zusammensetzen. Nerineen-, Korallen- und Caprotinenkalke herrschen vor, doch kommen auch sandige Kalke und Plattenkalke zur Entwicklung, sowie auch Kalkoolithe und Crinoiden führende Breccienkalke. An mehreren Stellen treten darunter auch Ablagerungen der Juraformation zutage, welche ihrerseits wieder Glieder der unteren Trias: Wellenkalk und rothe Sandsteine zur Unterlage besitzen. Das Vorkommen paläozoischer Bildungen ist fraglich.

Neben der kalkigen Entwicklung der Kreideformation sind in diesem Gebiete auch Sandsteine weithin zu verfolgen, welche theils durch Orbitolinen, theils durch Exogyren, Brachiopoden und Belemniten als mittleres und oberes Neocom charakterisiert sind. Aber auch die obere Kreide wurde in neuerer Zeit in diesem Gebiete nachgewiesen (zwischen Sofia und Trn), und zwar in einer Ausbildungsform, die der Gosauformation entspricht, und unter anderem auch organische Reste aufweist, die mit den in den nicht marinen obercretacischen Ablagerungen von Ajka im Bakony und in der ostalpinen Gosau vorkommenden übereinstimmen. Eine auffallendere Erscheinung bildet der isolierte, von der Schieferzone abgetrennte Stock der „Ruj Planina“ nördlich von Trn, der bis 1750 *m* Höhe als eine aus Amphibolgneiss gebildete Kernmasse aufragt und von mesozoischen Bildungen ringum eingehüllt ist.

Digitized by Google

Die Eruptivgesteine andesitischer Natur im Südosten wurden oben schon erwähnt. Im Bereiche der Phyllite aber und auch im Kreidesandsteingebiete spielen auch mehrere Trachytdurchbrüche eine Rolle, und an der Grenze der Sedimentformation gegen den Phyllit ist auch ein diabasähnliches Gestein beobachtet worden. Die Trachyte von Vlasidica bei Leskovac liegen im Phyllit, jene in der Gegend von Trn aber an der Formationsgrenze, ebenso wie auch die heißen Quellen von Bania bei Niš.

Vergleicht man diese Schichtfolge mit der des westlichen Balkan, so ergeben sich manche Unterschiede. Die sicheren Carbonhorizonte der letzteren fehlen, Walchiensandsteine wurden bis nun nicht bekannt. Die rothen Sandsteine und Wellenkalke stimmen überein, ebenso ist Lias-Dogger vorhanden. Die Kreidegliederung steht in naher Übereinstimmung, aber auch nur mit den am südlichen Hange des Balkan im Nišava- (Temska-) und Timokgebiete auftretenden Parallelzonen, die eine unmittelbare Fortsetzung des südost-serbischen Kreideterrains bilden. Tertiärablagerungen wurden im bulgarischen Antheile dieses Zuges außer den isolierten, rein terrestrischen Braunkohlenbecken bis jetzt nicht angetroffen. Wir haben somit einen Gebirgszug vor uns, der von der Donau einerseits nach Südost bis an den Rand des Beckens von Sofia zieht, andererseits aber gegen Süd fortstreicht bis in das Oberlauf- und Quellengebiet der Struma, wo er bei Dubnica, in der Koniavo Planina zu

Digitized by Google

enden scheint, buchtartig von den Festlandsrändern der älteren krystallinischen Gebirge umgeben. Es scheint ein eigener, mit dem Banater Gebirge in einem gewissen genetischen Zusammenhange stehender Gebirgszug zu sein, der an den auslaufenden westlichen Balkan angepresst, angegliedert wurde. Nur die alten Schollen, wie jene von Berkovac und Belogradčik im westlichen Balkan, scheinen mit jenem südlich von den Engen der Donau gegen den Timok hin verlaufenden Schiefergebirge in Zusammengehörigkeit zu stehen. Das erwähnte Kreidegebirge erscheint somit förmlich zwischen zwei krystallinische Züge hineingezwängt und gefaltet, wenngleich die Faltung im Süden weniger weitgehend ist als in dem so ausgezeichneten Banater Faltengebirge.

Es erübrigt uns nun nur noch die Besprechung des nördlichen Balkanvorlandes.

Aus den schon gegebenen Darstellungen ersahen wir, dass der Balkan ältere Formationen, wenigstens im westlichen Theile, bis über Sliven nach Osten aufweist, über welche dann Sandsteine der Kreideschichten lagern, die im centralen Theile des Gebirges vom Trojanbalkan ostwärts bis in die Kammregion nach Süden reichen.

Im Westen hat die nordbalkanische Kreidezone geringe Breite, nimmt aber schon im Meridian von Vraca sehr an Breite zu und legt sich nun Zone vor Zone vom Nordabhang des Gebirges bis in die Ebene, um im Osten die ganze Breite des Gebirges einzuneh-

Digitized by Google

men. Diese Zonen sind der Reihe nach: die Zone der vorherrschenden mergeligen Schiefer mit Ammoniten und *Crioceras* (*Crioceras-* oder *Hoplites cryptoceras-*Schichten), die sich von Jablanica im Westen, wo sie Foetterle zuerst aufgefunden, über Trojan und Elena nach Osmanbasar und Šumla erstreckt. Schon in dieser Zone treten einzelne Züge von Caprotinenkalk auf, so nördlich von Trojan und nördlich von Gabrova. Eine breite Sandsteinzone legt sich im Norden daran, dann folgt eine ausgedehntere Zone von Caprotinenkalken, welche von Lovča südlich nach Tirnova zieht und durch die mauerförmigen Begrenzungen der daraus bestehenden Gebirgstafeln und Plateaurücken auffällt. Besonders typisch sind sie zum Beispiel in der Gegend von Tirnova entwickelt, wo sie, durch ein ganzes System von Sprüngen zerstückt, staffelförmig aneinandergrenzende Schollen darstellen, indem sie an der einen Stelle tief abgesunken sind, an der andern wieder weithin ein viel höheres Niveau einnehmen. Der in seiner Art einzig dastehende Charakter der alten bulgarischen Metropole ist durch dieses tektonische Verhalten in erster Linie bedingt.

Wieder nördlich davon zieht sich dann die Zone der Orbitolinen-Sandsteine und Mergel von West nach Ost. Sie lässt sich schon von Vraca an verfolgen, schwillt bei Lovča am mächtigsten an und konnte auch bei Kasan (Kotel) noch nachgewiesen werden. Darüber legen sich dann in ihrer westlichen Erstreckung Sandsteine und Kalke der mittleren Kreide, aus denen sich

Digitized by Google

die Caprotinenkalkmauern der Kosmatica, im Westen des Isker, erheben, die bis nördlich von Vraca reichen. Diese mittleren Kreideschichten tauchen nun unter die jüngeren Ablagerungen des breiten ebenen Saumes, der im Süden von der Donau verläuft und von Belogradčik bis an das rechte Ufer des Vid keine älteren Bildungen auftauchen lässt. Die ältesten Bildungen im Bereiche der nordbulgarischen Ebene bilden miocäne Ablagerungen, die erkennen lassen, dass das weite westliche Gebiet des Isterbeckens vom Timok bis zum Vid eine weite Bucht gebildet habe, die sicherlich in der ganzen angegebenen Ausdehnung von dem sarmatischen Meere bedeckt gewesen ist, während nur an einer Stelle bisher mit Sicherheit auch die Existenz des mediterranen Meeres in diesem Bereiche nachgewiesen werden konnte, und zwar bei Pleven, wo schon Foetterle blaue Mergel auffand, die ganz und gar dem Tegel von Baden entsprechen, ja es wurden auch Leithakalk-Äquivalente über dem Badener Tegel angetroffen, welche eine förmliche Korallenriff-Facies aufweisen. Wie weit ausgedehnt dieses ältere Becken war, ist nicht zu bestimmen, da die betreffenden Ablagerungen, mit Ausnahme der Bucht von Pleven am rechten Vidufer, überall unter den Ablagerungen des sarmatischen Meeres oder unter mächtigen Lehmmassen diluvialen Alters begraben liegen. Die sarmatischen Bildungen sind übrigens auch nicht in zusammenhängenden Massen oberflächlich zu verfolgen, sondern sie treten von Vidin an, wo sie die Steilabstürze an der Donau ober-

Digitized by Google

halb Vidin bilden, in zahlreichen isolierten Vorkommnissen unter der Lösslehmdecke hervor, so am Arcer, am Lom und Ogost, eine Strecke weit am Skit und endlich am Isker, wobei sie bei den letztgenannten Flüssen, hauptsächlich an den steiler geböschten rechten, östlichen Ufern entblößt zutage treten.

Am rechten Ufer des unteren Vid sind sie nicht mehr vorhanden und tritt mit Ausnahme der erwähnten mediterranen Bildungen hier in weiter Erstreckung obere Kreide hervor, eine Entblößung bildend, die nach Süden hin beträchtlich an Weite zunimmt. Es sind weiße Kalke, welche fast horizontal liegen und Fossilien enthalten, wie sie in der nordwesteuropäischen Kreide auftreten. Nach Osten verschwinden sie unter der Lehmdecke und treten erst am rechten Steilufer der unteren Jantra im Norden von Tirnova wieder zutage.

So ziemlich in der Mitte zwischen Isker und Jantra liegt — es ist dies einer der auffallendsten Züge in der Geologie Bulgariens — eine ganze Reihe von basaltischen Ausbruchspunkten, die eine etwa 40 *km* lange Kette von konischen Bergen bilden, deren beträchtlichster kaum über 110 *m* relative Höhe erreicht. Sie ziehen sich aus N. 15° O. nach S. 15° W. hin und deuten auf eine tiefer gehende Störung in dem flachtafelförmigen Lande. Hier zwischen Vid und Jantra bilden im Süden die Orbitolinenschichten die Nordgrenze der unter der Lössdecke hervortretenden Kreidezone. Dass diese aber weithin nach Norden sich erstreckt,

Digitized by Google

geht aus der Thatsache hervor, dass Orbitolinenschichten am rechten Ufer des Osem unter der oberen Kreide hervortauchen, und dass auch an der mit Basaltkegeln besetzten Störungslinie an mehreren Stellen kalkig oolithische Orbitolinenschichten aufgeschlossen sind, denen auch die Kalke bei Sistov und zwischen Jantra und Donau entsprechen.

Der fast ungestört lagernden Kreide gehören auch die Plateauberge bei Šumla und Provadia an, deren erstere wie eine gewaltige natürliche Festung dem Waldbalkan vorgelagert ist, deren letztere aber durch ihre Erosionsformen merkwürdig sind, indem sie durch tiefe Wasserrisse zerstückt erscheinen und steilwandige Thalzüge besitzen, die im kleinen an die Cañonbildungen des fernen Westens von Nordamerika erinnern, oder an die Thalschluchten im Kreidegebiete der südlichen Krim.

Unter diesen nur durch verticale Bewegungsvorgänge gestörten Theilen Nordbulgariens treten flachgelagerte Ablagerungen der mittleren und unteren Kreide hervor, die schon im Vorhergehenden charakterisiert worden sind. Über das immerhin noch weite Flachlandgebiet zwischen der bulgarischen Eisenbahnlinie und der vor einem Vierteljahrhundert von Peters geologisch untersuchten Dobrudža liegen uns dermalen nur ganz spärliche Mittheilungen vor, doch ist zu hoffen, dass wir auch über dieses Gebiet in Bälde einige neue Aufklärungen erhalten werden. So viel steht fest, dass hier von Ruščuk Donau abwärts Schichten des oberen Jura — die „Diceratenkalke“ — eine weit-

Digitized by Google

ausgedehnte Tafel bilden, die sich bei Rasova, Černavoda und Hirsova und auch an den Rändern des schwarzen Meeres am Cap Midia verfolgen lässt und gleichfalls ungestörte Kreideschichten trägt, die dem Inoceramenhorizont der Kreide von Šumla und Provadia entsprechen dürfte.

Peters führt wenigstens aus der Kreide vom Kanara-See (Küstendže NW.) Fossilien an, die sich sowohl bei Šumla, als auch weiter im Westen am Vid gefunden haben. Darüber aber liegen wieder an vielen Orten sarmatische Ablagerungen ganz ähnlich, wie sie auch in West- und Mittel-Nordbulgarien zu oberst auftreten.

Dagegen zeigt sich in der nördlich von der angegebenen Tafel auftretenden Gebirgsinsel, die sich von Matšin nach SO. bis ans schwarze Meer erstreckt, ein älteres Grundgebirge, das einige im Vergleich mit Bulgarien fremdartige Züge aufweist.

Am weitesten verbreitet sind hier mächtige Grünschiefer, die mit Diabasen verbunden sind, Schichten, die südlich von Babadagh auftreten und mich an die grünen Schiefer mit Ausbruchsgesteinen erinnern, die ich selbst im Iskerdurchbruche und im Berkovičabalkan angetroffen habe. Darunter liegen dann im südlichen Theile des Gebirges bei Matšin Thonschiefer mit Quarzit und Gneisse mit granitischen und porphyrischen Gesteinsstöcken und Dioritgängen, sowie mit Dioritschiefereinlagerungen im Quarzitschiefer, Gesteinsvorkommnisse, die sowohl an westbalkanische,

Digitized by Google

als auch an die Verhältnisse im Karadžadagh erinnern können.

An diese alten Gesteine im Gebirge von Matšin sind im Osten Schiefer, Sandsteine und dunkle Kalke der Trias angelagert, die von Quarzporphyr und Melaphyr durchsetzt werden und auch mit den westbalkanischen Vorkommnissen verglichen werden könnten, mit Ausnahme des Vorkommens von alpinen Äquivalenten sich anschließenden, weißen oder lichtrothfärbigen Kalksteinbreccien, die besonders in den östlichen Felsinselchen südlich von Tuldža häufig werden und mit Mergelschiefern zusammen vorkommen, die an die alpinen Wengenerschiefer erinnern, Horizonte, die bis nun aus dem Balkan nicht, wohl aber aus Bosnien-Herzegowina bekannt geworden sind. Der Lias und Jura finden sich spärlich an wenigen Fundpunkten und alle diese genannten älteren Bildungen, von den ältesten bis zum mittleren Jura, sind gestört, aufgerichtet, ja selbst in Falten gelegt, während der obere Jura (die Diceratenkalke) und die Kreideauflagerung, welche auch über das ältere Grundgebirge in der ausgedehnten Masse des Babadagh hinübergreift, in horizontaler Lagerung vorliegt, ganz ähnlich so wie im nordbulgarischen Vorlande.

Die Parallelen der Ablagerungen in den einzelnen in Vergleich gebrachten Gebieten, in welchen Sedimentformationen die Hauptrolle spielen, werden sich durch Nebeneinanderstellung in einer Tabelle viel besser überblicken lassen.

Digitized by Google

Banater Gebirge	Gebiet zwischen Morava und Timok Nišava (Ost-Serbien, Süd)	Westbalkan und
Alluvium	Alluvium	Alluvium
Löss	Terrassendiluvium	Löss und Terrassendiluvium
Congerienschichten	Quarzsandstein und Schotter (local) Braunkohlenbecken	
Sarmatische Stufe Mediterrane Stufe	(Trachyte)	Sarmatische Stufe
(Andesite)	(Andesite)	
Senon von Weizenried	Obere Gosauschichten Ananchytenkreide Inoceramenkreide	Ananchytenkreide Inoceramenkreide Karpathensandstein
Apt-Schichten von Svinica Orbitolinensandstein	Dunkle Plattenkalke Orbitolinen-Korallenmergel	Orbitolinenschichten
Caprotinenkalke	Caprotinenschichten	Caprotinenkalke und Bryozoenmergel
„Rossfelderschichten“	*Exogyra Couloni*-Schichten (nur ganz im SO.)	Hauterivestufe (Neocom) von Kutlovica

Digitized by Google

Centralbalkan das nördliche Vorland	Ostbalkan	Dobrudža
Alluvium	Alluvium	Alluvium
Löss im Vorland, Beckenausfüllung im Gebirge	Löss und Terrassendiluvium	Löss (Localschotter)
(Basaltdurchbrüche im Vorlande und bei Kazanlik)	Belvedereschotter (local bei Lidža)	Congerienschichten
Sarmatische Stufe	Sarmatische Stufe b. Varna *Spaniodon*-Schichten bei Varna Mariner Kalk bei Varna Mariner sandiger Mergel bei Varna	Sarmatische Stufe
Eocän bei Tirnova	Eocän im Balkan Eocän bei Varna Eocäner Flysch (Eruptive Tuffe mit Nummuliten im Süden)	
Senon { horizontal im Turon { Vorlande Inoceramen-Galeritenkreide Mergelschiefer im Balkan Karpathensandstein Kalksandstein v. Sistov Orbitolinenschichten im Vorlande Caprotinenkalk Hauteriveschichten von Jablanica	Senon *(Ostrea vesicularis)* Inoceramenkreide mit eruptivem Material (Aitos) Karpathensandstein Cenoman von Madara Orbitolinenschichten von Kotel Korallen-Parkerienmergel (Kotel)? Barrêmeschichten (Rasgrad) Hauteriveschichten (Eski-Džuma)	Feuerstein und Bakulitenkreide Inoceramenkreide Karpathensandstein

Digitized by Google

Banater Gebirge	Gebiet zwischen Morava und Timok Nišava (Ost-Serbien, Süd)	Westbalkan und
Weiße Kalke (*Ostrea macroptera* und Pentacriniten)	Korallen-Nerineenkalk	Nerineen-Pentacriniten-Schichten
Malm	Oberer Malm-Sandstein	Oberer Malm von Vrbova
	von Trn	Oberer Malm von Etropol
Klausschichten	Dogger	Dogger (Unteroolith)
Oberer, mittlerer, unterer } Lias	Lias-Dogger	Oberer Lias
?		Dolomitischer Kalk (mit Crinoiden)
?	Wellenkalk	Wellenkalk
Rothe Sandsteine und Conglomerate	Rothe Sandsteine und Conglomerate	Rothe und weiße Sandsteine
Walchien-Sandstein	Verrucano-Quarzconglomerat	Walchien-Sandstein (bei Belogradžik)
Farnenzone Sandstein und Schiefer		Ob. Carbon (Farnenzone) Unt. Carbon (Culmsch.)
	Paläozoische Schiefer	Paläozoische Schiefer und Quarzite
Chloritschiefer		Grünschiefer
	Phyllit	Phyllit
	Phyllitgneiss	
Glimmerschiefer	Glimmerschiefer	Glimmerschiefer
Gneiss	Amphibolgneiss (Granite, Syenite, Diorit, Diabas)	Gneiss (im Südosten) (Granit, Syenit etc.)

Digitized by Google

Centralbalkan das nördliche Vorland	Ostbalkan	Dobrudža
(Tithon im Trojan-Balkan)	(Bei Kotel?)	Stramberger Kalk
Oberer Malm von Gločan		Pteroceras-Schichten Planulatenkalk
Oberer und mittlerer Lias	Lias-Dogger	Dogger (Klippenkalk) Mittlerer Lias (Melaphyr)
Gyroporellenkalk Dolomitischer Kalk (mit Crinoiden) Myophorienkalk (Wellenkalk) Sandsteine	Dolomitischer Kalk (nur im äußersten W.) (Quarzporphyr) (Sliven)	Halobienschiefer Muschelkalk (Quarzporphyr) „Guttensteiner Kalk“ Sandsteine
		Paläozoische Schiefer und Quarzite Grünschiefer (mit Grünstein) Phyllit
Krystallinische Schiefer Gneiss und Granitgneiss (Granit, Syenit, Diorit in Stöcken und Gängen)	Krystallinische Gesteine nur im west. Th. anstehend	Glimmerschiefer (jüngere Granite) Gneiss (Granit)

Digitized by Google

Auf Grundlage der im Vorhergehenden gegebenen Darstellung der Verhältnisse lässt sich die geologische Entwicklungsgeschichte Bulgariens etwa folgendermaßen skizzieren:

Ein großes im Westen und Osten bis an die Donau reichendes und weit über Bulgarien hinausgreifendes, uraltes Festland brach sehr ungleichmäßig zusammen, so dass die aneinander gepressten Schollen im Süden ein zusammenhängendes Schollengebirge bildeten, das aller Wahrscheinlichkeit nach bis in die ältere Tertiärzeit über dem Niveau des Meeres verblieb, also auch von der so weitgehenden Transgression des Meeres der oberen Kreide nicht mitbetroffen wurde. Die nördlichen Schollen brachen in ungleichem Maße in die Tiefe, so dass auf große Strecken hin davon heute nichts mehr zutage tritt und sie unter jüngeren Sedimenten verborgen liegen. Die Störungen, vornehmlich Senkungen der Schollen, haben bis in die geologisch neueren Zeitabschnitte fortgedauert. (Thermenlinien, junge Ausbruchsgesteine.)

Während der jüngeren paläozoischen Ära und zum Beginn der Trias haben wir im ganzen Bereiche nur Ablagerungen terrestrischen Ursprunges. Ein Anzeichen des Vorkommens paläozoischer Meeresablagerungen fehlt im Osten der Halbinsel vollkommen, mit einziger Ausnahme des außer unserem Bereiche liegenden Devon am Bosporus. Im Westen der Halbinsel, aus Bosnien-Herzegowina, sind dagegen jungpaläozoische Meeresgebilde bekannt geworden. — Am Schlusse

Digitized by Google

der paläozoischen Ära scheinen die Porphyre des Slivenbalkan durchgebrochen zu sein.

Während der Trias trat ein erster Meereseinbruch ein, Seichtwasserablagerungen, jenen der ostalpinen unteren Trias und dem außeralpinen Wellenkalke sehr ähnlich, finden sich weit verbreitet, mit Ausnahme des Ostbalkan, wo die tektonischen Vorgänge der Stauchung des Gebirges am wenigsten ausgiebig wirkten, so dass die älteren Ablagerungen fast vollständig verborgen in den Tiefen verblieben.

Die Trias-Meerbedeckung währte nicht allzu lange, am längsten im centralen Balkan und in der Dobrudža. Dann folgten wieder marine Ablagerungen. Das Meer brach erst während der Liasperiode wieder herein. Die ältesten Anzeichen liegen im Banate vor, wo eine Seichtwasser-Strandfacies sogar Kohlenbildung ermöglichte.

Auch das Jurameer hat nicht continuierlich angedauert; wir kennen bis nun nur einige der Stufen des Dogger und Malm, die am meisten im Westbalkan und in der Dobrudža, am wenigsten wieder im Ostbalkan entwickelt sind. Die Südgrenze des Jura wird im allgemeinen durch die krystallinischen Gesteine des Balkansüdrandes gebildet und scheint der Hauptsache nach ähnliche, aber doch kleinere Räume wie die vorausgehende Triasformation eingenommen zu haben. Trias- und Jurabildungen erscheinen übrigens in hohem Grade gestört, ja bis in die Kammhöhe des Gebirges, infolge der gebirgsbildenden Vorgänge, hinauf gerückt,

Digitized by Google

und sind durch transversale Störungslinien vielfach zerstückt und wohl auch an Blattbrüchen verschoben.

Korallen und Nerineenkalke, die Äquivalente des Tithon vorstellen mögen, erscheinen als jüngstes Glied des Jura, konnten jedoch, sowie auch der Malm im Ostbalkan noch nicht nachgewiesen werden.

Eine weitgehende Transgression bezeichnet der Eintritt der Kreide, aus deren Gebiet die älteren Bildungen vielfach hervortauchen in einer Weise, dass man an die Klippenbildungen der Karpathen erinnert werden könnte.

Groß ist dabei die Mannigfaltigkeit der Kreideablagerungen, welche nur zum Theile auf Änderungen im Verlaufe der Zeit, zum Theile aber auch auf gleichzeitig herrschende facielle Unterschiede zurückzuführen sind. Am größten ist die Ähnlichkeit der untercretacischen Bildungen. Im ganzen Bereiche des nördlichen Balkangebietes finden sich nämlich die Tiefseeablagerungen des Neocom (die Hauterivestufe), welche nur in dem westlichen, nach Ostserbien hinüberziehenden Gebirge und in der Dobrudža bis jetzt nicht nachgewiesen werden konnten, während aus dem Banater Gebirge die äquivalenten „Rossfelderschichten“ angegeben wurden. Ob die untere Kreide, das Neocom, auch auf das Gebiet südlich vom heutigen Balkankamme hinübergereicht habe, ist sehr fraglich; die als Neocom am Balkansüdrande und in der Sredna gora angegebenen Kreidebildungen sind ihrem Alter nach wenig sicher bestimmt und nur das Vorkommen höherer

Digitized by Google

oder besser jüngerer Bildungen ist wirklich constatiert (Inoceramenkreide). Der Horizont der Çaprotinenkalke reicht, wie es scheint, nicht in den Ostbalkan und fehlt auch in der Dobrudža und im Banater Gebirge. Orbitolinenschichten finden sich im Banater Gebirge und reichen bis in den Ostbalkan bei Kotel. Diese östlichsten Vorkommnisse scheinen aber dem höheren cenomanen Orbitolinenhorizonte zu entsprechen.[1]) Die mittlere Kreide ist mit Ausnahme des Banater Gebirges im ganzen in Vergleich gebrachten Gebiete durch Sandsteine vom Charakter der Karpathensandsteine repräsentiert, welche local vom Cenoman bis in das Turon reichen mögen. In dieser Zeit scheinen im Süden und Osten die Ausbrüche basischer Gesteine begonnen zu haben (Tuffe und Inoceramen bei Aitos und in der östlichen Sredna gora). Die Inoceramenkreide turonen Alters ist weit verbreitet und reicht aus dem nördlichen Tafellande bis in den gefalteten Balkan. Obere Kreide (Senon) findet sich in unserem ganzen Gebiete.

Die eigenartige Entwicklung der Kreide mit den Charaktern der oberen brackischen Gosauformation kennt man bis jetzt nur aus dem äußersten Westen.

Wesentlich anders wird es während der Eocänzeit. In dieser Zeit erfolgen neuerliche Ausbrüche andesitischer Gesteine im Osten und Westen, das Meer

[1]) Vor Kurzem (April 1890) konnte ich das Vorkommen von Orbitolinenschichten auch unterhalb der Ruinen von Golubac in Nordost-Serbien, unmittelbar an der Donau, über typischen Caprotinenkalken nachweisen.

Digitized by Google

aber ist auf den östlichen und auf Theile des centralen Balkan beschränkt, wo in Sandsteinen vom Charakter der Flyschsandsteine Einlagerungen von muschelreichen Schichten (Roncaschichten) und von Nummuliten führenden Sandsteinen nachgewiesen werden konnten.

Von ganz abweichender Facies sind die Nummuliten-Alveolinen-Schichten in der Gegend von Varna (Ailadin). Im Westen fehlt bis jetzt jedes Anzeichen davon, dagegen bezeichnet dieses Zeitalter eine auffallende und weit ausgedehnte Transgression im Süden, im Gebiete des alten Festlandes, wo sich ebenso wie im centralen Balkan Kohlenlager bilden konnten.

Während diese im centralen Balkan (mit Cyrenen führenden Gesteinen verbunden) großen nachherigen Störungen ausgesetzt wurden, die so weit giengen, dass die verhältnismäßig so jungen Kohlen das Aussehen und die Eigenschaften von Schwarzkohlen annehmen konnten, liegen die Eocänablagerungen im Süden, wenigstens zum Theile, fast horizontal oder sind nur einfach und wenig aufgerichtet. Es ist somit klar, dass die gebirgsbildenden Vorgänge noch nach der Ablagerung der Eocänbildungen in größerem Maße thätig waren, dass dieselben jedoch im Balkan weitergehende tektonische Veränderungen im Gefolge hatten als im Süden, wo übrigens ausgedehnte Trachytdurchbrüche gleichalterig sind.

Von welcher Seite her die dabei thätigen Kräfte auch gewirkt haben mögen, die Zone des Balkan, die mittlere Zone unseres ganzen Gebietes, wurde am mei-

Digitized by Google

sten betroffen: zusammengeschoben und infolge dessen emporgerückt; die weiten Tafelmassen, diejenigen des Nordens und die alten krystallinischen Schollen des Südens, wurden nur in geringerem Maße, und zwar hauptsächlich in verticalem Sinne verschoben.

Festzuhalten ist dabei die Thatsache, dass man im ganzen nördlichen flachen Vorlande — im „Isterbecken" — Nummulitenschichten, bis zur Stunde wenigstens, nicht kennt. Der Norden wurde also vom Eocänmeere nicht bedeckt, wohl aber der Süden weithin, und von Osten her bis tief in das heutige Balkangebiet hinein.

Anders in der nächsten Periode: das Isterbecken wird weithin überflutet vom miocänen Meere, im Süden und Osten aber dringt das Meer der mediterranen und der sarmatischen Epoche nur buchtartig von Osten her ins Land. Es lässt sich daraus schließen, dass zuerst im Süden das Übergreifen des Meeres möglich geworden und dann im Norden. Dass im Norden in junger Zeit noch Störungen stattgefunden, dafür zeugt die merkwürdige Basaltkegelreihe südlich von Sistov. Es waren dies Störungen, die sich local bis quer durch den Balkan erstreckt haben mögen, wie die Basaltvorkommen bei Gjusovo-Kazanlik andeuten.

In dieselbe Zeit wird wohl die Entstehung der westöstlich verlaufenden Thermenlinie im Süden und der Thermen- und Ausbruchslinie von Südosten nach Nordwesten im Moravagebiete zu verlegen sein oder doch ein letzter Act ihrer Entstehung. Auf die Vergleiche mit

Digitized by Google

den weiter im Osten gelegenen Gebieten soll hier noch nicht eingegangen werden, wenngleich, bei den Anklängen der Verhältnisse des Miocän in Ostbulgarien an jene in der Krim, weiter ausgreifende Vergleichungen nahe liegen, Vergleiche, die geeignet scheinen, auf einzelne Phasen der Vorgeschichte des heutigen Pontus neues Licht zu werfen, die seinerzeit, wenn erst das von mir aus der Krim mitgebrachte reichliche Materiale verarbeitet sein wird, gewiss durchgeführt werden sollen.

Doch sollen schon heute die Fragen, welche sich in dieser Beziehung darbieten, wenigstens angedeutet werden.

Schon Spratt, E. Favre und Lagorio haben auf einen früheren Zusammenhang von Balkan und Jaila (den taurischen „Alpen") hingewiesen, und Ed. Suess in seinem großen, den Stand der geologischen Erkenntnisse mit besonderer Berücksichtigung der tektonischen Verhältnisse zusammenfassend erörternden Werke: „Das Antlitz der Erde" (I. Theil, 1885, S. 627) hat die für diese Annahme sprechenden Momente neuerlich dargelegt, aber auch betont, „dass der Balkan in den wenn auch eben nicht bedeutenden Faltungen seiner Nordzone noch immer Spuren der allgemeinen europäischen Bewegung gegen Nord zeigt", während in der Krim nur die sarmatischen muldigen Falten auf Kertsch und Taman noch auf eine „mäßige Bewegung gegen Nord" hindeuten.

Ich selbst habe bei Gelegenheit der Überreichung

Digitized by Google

einer Arbeit meines jüngeren Fachgenossen Nik. Karakasch in St. Petersburg „Über einige Neocomablagerungen in der Krim“ (Anzeiger der kaiserl. Akademie der Wissenschaften vom 11. April 1889) auf gewisse auffallende Unterschiede in den untercretacischen Ablagerungen hingewiesen, welche hier vielleicht wiederholt werden dürfen.

„Herr Karakasch weist darauf hin, dass in der Krim das Neocom in zwei verschiedenen Entwicklungsformen auftritt, deren eine als eine Cephalopodenfacies zu bezeichnen ist (Biassala), während die zweite durch das massenhafte Vorkommen von Korallen charakterisiert ist (Korallenfacies: Sably, Karagatsch etc.). Während nun in der Krim diese beiden Entwicklungsformen auf eine lange schmale Zone beschränkt sind, tritt das Neocom im Balkan und seinen nördlichen Vorlagen in viel weiterer Verbreitung und zum Theile wenigstens in anderer Ausbildungsform auf. So finden sich in Bulgarien Ablagerungen mit denselben Arten als plattige Kalkmergel und Mergelkalke weit verbreitet (mit *Olcostephanus Astieranus* d'Orb., *Hoplites cryptoceras* d'Orb. und *Haploceras Grasianum* d'Orb.), während die Sandsteine mit *Exogyra Couloni* wohl in ganz ähnlicher Entwicklung vorkommen (an der oberen Nišava).

Die neocomen Kalksandsteine von Svištov (an der Donau) weisen auch noch einige faunistische Anklänge auf, sind aber jüngeren Alters, dagegen sind die in Bulgarien nachgewiesenen oolithischen Bryo-

Digitized by Google

zoenkalke und Bryozoenmergel, sowie die so überaus korallenreichen Mergel mit Pterinellen in der Krim nicht bekannt, ebenso wenig die in Bulgarien so verbreiteten Orbitolinensandsteine. Die Caprotinenkalke wurden bis nun gleichfalls nicht angetroffen. Doch glaube ich diesen Horizont wenigstens an einer Stelle in der westlichen Jaila im Bereiche der Diceratenkalke sicher nachweisen zu können."

Ebenso wie in der unteren Kreide gibt es auch früher und später viele Verschiedenheiten; so fehlt zum Beispiel in der Krim die im Balkan so weit verbreitete Flyschfacies vollkommen und auch die Eocänsandsteine mit Nummuliten, sowie die Facies des Varnaer Eocän fehlt, der Jura zeigt, wie mir scheint, recht wenig Ähnlichkeit und alle älteren Bildungen des Balkan fehlen in der Krim vollständig, bis auf ein einziges isoliertes Granitvorkommen bei Balaklawa.

Das Verhältnis der beiderseitigen jüngeren miocänen Ablagerungen verdient eine eingehendere Vergleichung, desgleichen werden auch Vergleiche der genaueren petrographischen Natur der Eruptivgesteine im Jailagebiete, sowie am Südrande des Balkan aufzustellen sein, für welche ein reichliches Material von mir selbst gesammelt vorliegt und einer Bearbeitung ehebaldigst unterzogen werden wird. — Dann wird hoffentlich der Versuch eines detaillierteren Vergleiches mit Aussicht auf Erfolg anzustellen sein.

Digitized by Google

III.

Geologische Literatur über Bulgarien und die unmittelbar angrenzenden Gebiete.

Die im nachfolgenden gegebene Überschau über die Bulgarien betreffenden Veröffentlichungen geologischen Inhaltes entnehme ich zum größten Theile den von mir im Jahrbuche der k. k. geologischen Reichsanstalt herausgegebenen „Materialien zu einer Geologie der Balkanhalbinsel" (1883, I. Heft). Mit Absicht ist bei dieser Zusammenstellung von einer ausführlicheren Berücksichtigung rein touristischer Mittheilung abgesehen worden. Es werden auch fast nur die Schriften von Geologen in Berücksichtigung gezogen, vage geologische Angaben in der allgemeinen Reiseliteratur haben ja für den verfolgten Zweck, bei allem sonstigen Interesse, keinerlei weitere Bedeutung. Der eine und andere Nachtrag konnte beigefügt und die Zusammenstellung bis auf den heutigen Tag ausgedehnt werden. An der gedrängten Form der Darstellung wurde im allgemeinen festgehalten und aus Arbeiten über umfassendere Räume nur die auf unser, auf der beiliegenden Karte zur Darstellung gebrachtes Gebiet bezüglichen Angaben entnommen.

Auch die chronologische Anordnung glaube ich beibehalten zu sollen, da sie den Überblick über die Entwicklung unserer Kenntnisse über das umschriebene Gebiet wesentlich erleichtert.

Digitized by Google

1828. 1. **Dr. A. Boué.** Zusammenstellung der bekannten geognostischen Thatsachen über die europäische Türkei und über Kleinasien. Leonhard, Zeitschrift 1828, S. 270—282.

„Die europäische Türkei besteht aus mehreren, von NW. nach SO. oder von NNW.—SSO. streichenden Kettenzügen, die nur eine ausgedehnte Fortsetzung der Alpen zu sein scheinen, und welche letzteres Gebirge mit den südlichen Karpathen in Verbindung bringen," Nach Macmichaels Beobachtungen treten zwischen Gabrova und Šipka am Nordabhange des Balkan dichte Kalke auf, welche von Kalkspatadern durchzogen sind. Stark geneigt herrschen auf dem nördlichen Thonschiefer mit Quarzadern, und Grauwacke auf dem südlichen Abhange. „Geschichtete Urgebilde" herrschen im südlichen Serbien und dehnen sich in Macedonien bis zur Endspitze von Chalkis. „Die Rhodopekette ist vielleicht auch schiefrig."

Brown soll überdies schon im 17. Jahrhundert darauf hingewiesen haben, dass der Berg Barboussa zwischen Köprili und Prilip aus Glimmerschiefer bestehe (Boué, Esquisse, S. 9).

1836. 2. — Guide du géologique Voyageur, II. Th., S. 358—360.

Unterscheidet für das südliche Europa eine Region der alpinen und eine der apenninen Ablagerungen.

Zu ersterer rechnet er außer den Alpen und Pyrenäen auch die Karpathen, den Kaukasus, den Balkan und den Despoto-Dagh. Zu der letzteren dagegen außer Italien Dalmatien, Albanien, Griechenland u. s. w.

3. — Geognostische Ergebnisse der Reise in der Türkei. Neues Jahrbuch für Mineralogie 1836, S. 700—703.

Kurzer Bericht über die erste große Reise in Gesellschaft der Herren Montalembert und Viquesnel (Geognosten), von Friedrichsthal (Botaniker) und A. Schwab (Entomolog). (Serbien, Bosnien, Albanien, Macedonien und Rumelien.)

Digitized by Google

4. — Some Observations on the Geography and Geology of Northern and Central Türkey. Communicated by the Autor in a letter to the Editor. The Edinburgh New philosophical Journal. Vol. XXII, Jänner 1837, S. 47—62. Vol. XXII, Jänner 1837, S. 253—270. Vol. XXIII. Juli 1837, S. 54—69. (Deutsch in Berghaus' Almanach 1838, S. 25 ff.) Der erste ausführlichere Bericht über die erste Reise Boués in die Türkei. 1837.

Er bringt nur die erste Richtigstellung der falschen Darstellung einer die ganze Halbinsel durchziehenden Gebirgskette, setzt jedoch die Höhe des Balkans doch noch etwas zu sehr herab. Er gibt in dieser Arbeit den krystallinischen Bildungen noch eine etwas zu große Ausdehnung, indem er auch den Pindus dazurechnet. Paläozoische Terrains, die er für Silur erklären möchte, gibt er an von Üsküb-Kalkandelen, an der Nevljanska Rieka zwischen Radomir und Scharkiöi (Pirot). Ein großes Gewicht legt sodann Boué auf das Vorkommen der großen alpin-mediterranen Formation der rothen Sandsteine, deren weite Verbreitung er hervorhebt. Lias- und Jurakalke glaubte er nur in den großen Massen compacten Kalkes (einer wahren Kalkzone) gefunden zu haben, welche von der Nišava und ihren Nebenflüssen durchflossen wird. — (Der Verfasser kam in die Lage, in diesem Gebiete in der That sicher dem Lias und Dogger angehörige Schichten nachweisen zu können, doch haben jüngere, vor allem cretacische Bildungen noch größeren Antheil.) — Am Mali Timok führt Boué an: *Ostrea cristata* und Species von *Ostrea, Cariophyllia, Cardium, Trochus,* Echinodermen etc. Ausführlich werden dann die Tertiärablagerungen besprochen (262—270), und zwar werden die einzelnen Becken speciell betrachtet. Er weist hin auf den Zusammenhang der serbischen Tertiärablagerungen mit jenen Ungarns. Cerithien und Congerienschichten werden nachgewiesen. Bei Kragujevac führt Boué *Congeria triangularis* an. Der letzte Aufsatz beschäftigt sich mit der Vertheilung der Eruptivgesteine (54—65), mit

Digitized by Google

1837. den heißen Quellen, „welche immer in der Nachbarschaft von trachytischen oder syenitischen Gesteinen auftreten und meist Schwefelwasserstoff führen“, und mit den Erzlagern.

1838. 5. — Erster französischer Reisebericht. Brief an Cordier. Bull. de la Soc. géol. de France. Jänner 1838, S. 126—145.

6. — Die zweite geognostische Reise in der Türkei. Neues Jahrbuch für Mineralogie 1838, S. 44, 45. Sehr übersichtlicher Bericht über die Ergebnisse der zweiten Reise. (Balkan, Mösien, Albanien und Bosnien.)

Der Steilabhang des Balkan liegt im Süden. (Bekanntlich gilt dieser Ausspruch nur für die östlich von Sofia gelegene größere Hälfte des Gebirges.) Der Schar Dagh besteht aus „Urschiefer“, Talkschiefer mit Kalkeinlagerungen, welche „ganze Gebirge bilden“.

1840. 7. — La Turquie d'Europe. Paris (in vier Bänden). Im ersten Bande dieses großen Werkes werden von S. 219—407 die geologischen Verhältnisse abgehandelt, und zwar in systematischer Folge nach den Formationen, ohne auf die geographische Gliederung des Landes einzugehen.

Es wurden zuerst die krystallinischen Schiefergesteine besprochen, sodann die großentheils unbestritten primären Kalke und Schiefer; von secundären Formationen wird das Auftreten der über den alten Schiefern liegenden rothen Sandsteine erwähnt, alle übrigen aber mit Einschluss der Nummuliten führenden Schichten zur Kreideformation gerechnet. Eine eingehende Besprechung erfahren dann die tertiären und noch jüngeren Ablagerungen und werden besonders die einzelnen Thalbecken speciell behandelt. Zum Schlusse werden die krystallinischen Massengesteine: Granit, Protogin, Syenit, Porphyr, Serpentin, Diorit, Trachyt besprochen. Dieser geologische Theil des Reisewerkes erschien auch für sich unter dem Titel „Esquisse géologique de la Turquie d'Europe“ (Paris 1840).

Einigen an wissenschaftliche Institute abgegebenen Exemplaren dieses Werkes fügte der Verfasser auch eine

Digitized by Google

geologische Manuscriptkarte bei, den ersten nicht allgemein veröffentlichten Versuch, von dem geologischen Baue der Halbinsel ein übersichtliches Bild zu geben. 1840.

Boués Werk ist für große Theile der Balkan-Halbinsel noch heute die einzige Quelle. Boués Manuscriptkarte wurde von Berghaus und Johnstone in verkleinertem Maßstabe veröffentlicht.

8. **Aug. Viquesnel.** Journal d'un voyage dans la Turquie d'Europe. Mém. de la Soc. géol. de France, T. V, S. 35—127, mit einer Karte eines Theiles von Serbien und Albanien. 1842.

In dieser Arbeit werden die in Serbien, Bosnien, Albanien und Mösien mit Boué zurückgelegten Reiserouten in geologischer und topographisch-geographischer Weise beschrieben. (Zw. Belgrad, Üsküp und Scutari.) Sie betrifft also nur die an Bulgarien angrenzenden Länder und vor allen Ost-Serbien, von wo besonders krystallinische Schiefergesteine angegeben werden, welche aus Obermösien bis zum Jastrebac in die Gegend von Jagodina reichen.

9. —— Journal d'un voyage dans la Turquie d'Europe. Mém. de la Soc. géol. de France, IIe Série, T. I, S. 207—303. Mit einer Karte von Macedonien, eines Theiles von Albanien, Epirus und Thessalien. 1844.

Extrait d'un mémoire sur la Macédoine et l'Albanie: Bull. de la Soc. géol. de France, Vol. XIV, S. 287.

In dieser Abhandlung werden die Routen in Macedonien, Hochmösien und Albanien beschrieben. Was die geologischen Ausscheidungen auf der Karte anbelangt, so geht er (resp. Boué, welcher nach eigener Aussage alle den Viquesnel'schen Arbeiten beigegebenen geologischen Karten verfasst hat) nicht weiter als bei der Karte von 1842. Körnige Kalke, zuckerkörnige Dolomite, paläozoische Thonschiefer, Talkschiefer und echte krystallinische Schiefer werden als nicht immer bestimmt abzugrenzen zusammengefasst.

Die Angaben der Viquesnel-Boué'schen Karte mussten

Digitized by Google

1844. für einige Theile meines Übersichtskärtchens als die einzig zur Verfügung stehenden Quellen benützt werden.

1846. 10. **Freiherr von Herder.** Bergmännische Reise in Serbien. (Im Jahre 1835.) (Pest, 1846.)

Freiherr von Herder unternahm im Jahre 1835 eine Reise zur Untersuchung der Erz- und Quellendistricte Serbiens. Seine „Reiserelationen" erschienen erst 1846 im Druck und sind grundlegend für die geologischen Forschungen in den von ihm bereisten Landestheilen geworden. Auch bei neueren Darstellungen ist man genöthigt, auf seine gedrängt kurzen Bemerkungen zurückzugreifen. Schon Herder hat die ausgedehnten Serpentinvorkommnisse am Ibar, die weite Verbreitung krystallinischer und halbkrystallinischer Schiefergesteine im südlichen und südwestlichen Serbien, das Verhältniss der Erzlager zu den älteren Eruptivgesteinen u. s. w. dargestellt. Erwähnt sei seine Angabe in Bezug auf das angeführte Serpentinvorkommen. S. 98 sagt er: Bei Studenica liegt Sandstein „auf Glimmerschiefer mit Kalksteinlagern und auf ihm liegt Serpentin, als gehörte er zur Formation des letzteren". Zwischen Krupanj und Valjevo spricht Herder von Übergangsthonschiefern und Übergangskalken. Zwischen Maidan und Rudnik führt er ein Eruptivgestein-Vorkommen („Syenit") an. Endlich sei auch noch erwähnt, dass er auf dem Wege von Milanovac nach Brsa-Palanka (an der Donau) auf den Glimmerschiefern grauen Kalk und Karpathensandsteine aufgelagert angetroffen hat.

1848. 11. **Dr. A. Boué** über Viquesnels Reise im Jahre 1847. Berichte über die Mittheilungen von Freunden der Naturwissenschaften in Wien, IV. Band, S. 75—83. Enthält auch Bemerkungen über das Relief der Balkan-Halbinsel.

1850. 12. — Über die physische Möglichkeit, leicht Fahr- und Eisenbahnwege in der europäischen Türkei anzulegen. Sitzungsber. 1850, S. 259—266.

13. — Über die Höhe, die Ausbreitung und die jetzt noch vorhandenen Merkmale des Miocänmeeres in Ungarn

Digitized by Google

und vorzüglich in der europäischen Türkei. Sitzungsber. der k. Akademie der Wissenschaften, Aprilheft 1850, S. 382—397, mit 2 Profilen auf Tafel IV. 1850.

Nimmt an, dass das Moravathal in Serbien den Communicationscanal zwischen dem Miocänmeere Ungarns und jenem im Südosten Europas vorstelle, vor allem mit dem walachischen Becken durch einen breiten Canal in Obermösien bei Vrania. Dabei wird ein Wasserstand von 1600—2000 Fuss Höhe über dem heutigen Meeresspiegel angenommen. Die thessalische Bucht habe mit dem ägäischen Meere über Volo hin in Verbindung gestanden. Die Höhe, in welcher Uferfelsen des Miocänmeeres in Serbien bei Niš und Pirot, im Becken von Philippopel und Adrianopel und am Olymp angegeben wurden, würde mit dem angenommenen Niveaustande übereinstimmen.

14. — Bemerkungen über sein Werk: La Turquie d'Europe etc., Paris 1840, und einen der k. Akademie überreichten geographisch-geognostischen und ethnographischen Atlas der Türkei, bestehend aus 13 Karten. Sitzungsber. 1850. (Darunter war auch die Karte von Viquesnel über Obermösien und eine spätere desselben Autors über Thracien, die Rhodope und den östlichen Theil von Obermösien.) Ohne weitere geognostische Details.

15. — M. Viquesnel: Bull. de la Soc. géol. de France, IIe Série, T. VII. S. 515—532 werden Hommaire de Hells Materialien besprochen. Die Orbitolinen- (Orbitulites-) Vorkommnisse bei Inada am schwarzen Meere. Am Cap Emineh fand er Kalke mit Fucoiden. (!)

Miocäne Bildungen vom Charakter des Steppenkalkes fand er z. B. bei Anchialu (unweit Burgas, Mactraschichte), bei Varna und Balčik fand er Pliocänablagerungen. Das Hauptwerk X. Hommaire de Hells: Voyage en Turquie et en Perse, in vier Bänden, mit einem Atlas von 119 Tafeln in Grossfolio, erschien in den Jahren 1853—1859 in Paris.

16. **Aug. Viquesnel.** Exploration dans la Turquie d'Europe; description des montagnes du Rilodagh et du bassin 1852.

Digitized by Google

1852. hydrographique de Lissa. Mit 1 Karte. Bull. de la Soc. de géographie, IVe Série, Vol. IV, S. 549.

17. **Dr. A. Boué.** Sur l'Etablissement de bonnes Routes et surtout de Chemins de fer dans la Turquie d'Europe. Vienne, Braumüller.

1853. 18. **Aug. Viquesnel.** Résumé des observations géogr. et géologiques faites en 1847 dans la Turquie d'Europe. Bull. de la Soc. géol. de France, T. X, S. 454.

19. — Remarque sur les dépôts de lignite tertiaire superieur d'Agatchili, sur le littoral de la mer Noire. Bull. de la Soc. géol. de France, T. XI, S. 17.

1854. 20. **Dr. A. Boué.** Recueil d'itinéraires dans la Turquie d'Europe. Wien. 2 Bände. Enthält vorwaltend topographische Schilderungen.

21. **Aug. Viquesnel.** Présentation de la Carte de la Thrace d'une partie de la Macédoine et de la Mœsie. Bull. de la Soc. géol. de France. T. XII, S. 11. (6. November 1854.)

22. — Présentation de quatre planches d'itinéraires encore inédites, faisant parte de l'atlas du voyage dans la Turquie d'Europe, l. c. T. XII, S. 36. (20. November 1854.)

1856. 23. — Présentation de la 7e livraison du Voyage dans la Turquie d'Europe, avec une note applicative à l'appui, l. c. T. XIV, S. 249, (15. December 1856.)

24. **Cap. F. A. B. Spratt.** Route between Kustendje and the Danube. (With map.) London geograph. Society, 23. Juni 1856.

1857. 25. — On the Geology of Varna and the neighbouring parts of Bulgaria. Quart. Journ. of the geol. Soc., XIII., S. 72—83.

Es wird berichtet über die geologische Beschaffenheit der Küste von Cap Emineh über Varna bis Küstendže. Die später (man vergleiche v. Hochstetter, 1870, S. 401, 407) als sarmatisch erkannten Ablagerungen von Varna — (Foetterle, 1869, S. 191, und v. Hochstetter geben ihnen nur eine zu weite Ausdehnung) — werden besprochen. In einer Nachschrift wird angegeben, dass bei Balčik an der Basis hori-

Digitized by Google

zontal lagernde Mergel auftreten, über welchen cardium- 1857.
ähnliche, Zweischaler führende weiße Mergel folgen, welche für Brackwasserablagerungen erkärt werden und nach aufwärts übergehen in Mergel, welche reich sind an Süßwasserconchylien (*Planorbis, Limnaeus, Paludina, Cyrena* und *Helix*). Die liegenden, fossilienreichen, sehr feinkörnigen Sandsteine und sandigen Mergel werden dem älteren Tertiär zugerechnet. Sie bestehen aus gelblichem Kalkstein und sandigen Mergeln und erstrecken sich bis Mangalia. Bei Allahdyn (westlich von Varna) werden interessante säulenförmige Felsformen eines kalkhaltigen Sandsteines mit zahlreichen Nummuliten besprochen und abgebildet. Die Ablagerungen an der Küste des schwarzen Meeres in Bulgarien werden schließlich in ihrer Aufeinanderfolge mit jenen in der Krim verglichen und wird auf die Übereinstimmung der Bildungen hingewiesen.

26. — On the Geology of the North-east Part of the 1858.
Dobrudscha. Quart. Journ. of the geol. Soc. XIV, S. 203—212. Cap. Spratt gibt geologische Profile: 1. Von der Ostküste des Cap Midia, wo über fossilienführenden Kalken secundären Alters und den nördlich davon auftauchenden alten Schiefern brauner Mergel der „superficial series" (Lias) auftritt. 2. Von der Südwestküste des Kanarasees nächst Küstendže. Auch hier treten „sarmatische" Kalke auf und südlich davon Kreide und Kreidemergel, welche überlagert werden von „tertiären Sandsteinen" und den erwähnten Lehmablagerungen (Löss). 3. Bei Küstendže selbst werden über „tertiärem Muschelkalk" und einer Süßwasserablagerung Lehmmassen angegeben. In einem weiteren Detailprofil wird der tertiäre Kalk (oolithisch) für marin erklärt und darüber muschelführende Sandsteinbänke gezeichnet. Peters führt in seinen Grundlinien der Geologie der Dobrudscha aus, welch hohen Wert diese Beobachtungen besitzen.

27. — On the freshwater Deposits of Bessarabia, Mol- 1860.
davia, Walachia and Bulgaria. Quart. Journ. of the geol. Soc. XVI, S. 281—292.

Digitized by Google

1860. 4. Am rechten Donauufer bei Tulža treten unter dem Löss geneigte Lagen von Kalkschiefern und unter diesen Quarzit auf, während darunter, die höchste Erhebung bildend, ein als Trap bezeichnetes Gestein (offenbar der Quarzporphyr Peters' 1867) angegeben wird; 5. von der Donau über Besch Tepe, die Rasimlagune zur Popininsel. Der Besch Tepe wird als aus steil aufgerichteten harten Schieferfelsen, dunkeladrigen Thonschiefern und Kalkschiefern zusammengesetzt angegeben. Letztere setzen auch die Popininsel zusammen. Sie werden als wahrscheinlich der Triasformation entsprechend bezeichnet. Endlich 6. wird ein Schnitt in der Gegend von „Jeni Keri", unweit des Babadagh, geführt, gegen den See Raselm (Rasim). Hier liegen rothe Conglomerate zu unterst, darüber compacte Kalke (halbkrystallinisch), und über diesen Kalkschiefer, welche der Kreide zugerechnet werden (mit Inoceramen).

Auch dieser Beobachtungen gedenkt Prof. Peters (1867) rühmlichst.

28. **Fr. R. v. Hauer.** Über die Verbreitung der Inzersdorfer (Congerien-) Schichten in Österreich. Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt, XI. Band, S. 1—10.

Durch Cap. Spratts Untersuchungen hauptsächlich angeregte vergleichende Betrachtungen über die Beziehungen der österreichischen Tertiärablagerungen zu jenen in den Ländern an den Ufern des schwarzen Meeres.

1862. 29. **Josef Szabó.** Egy continentális emelkedés és sulyedésről Európa délkeleti részén („Über eine Erhebung und Senkung des Festlandes im südöstlichen Theile von Europa"). In den ungarischen Akademieschriften. Auch im Quarterly Journal 1863, XIX. Band, S. 113 im Auszuge („On the Pleistocene and Recent Phenomena in the South-East of Europa").

Prof. Szabó reiste die Donau abwärts an das schwarze Meer zum Zwecke des Studiums der jüngsten Ablagerungen. Er schließt aus den Lössbruchwänden an den Ufern des schwarzen Meeres und am Kilia- und St. Georgsarme der

Digitized by Google

Donaumündungen auf eine Ausdehnung des einstigen Löss- 1862.
gebietes über einen Theil des schwarzen Meeres und vertritt die Ansicht: das Balkan-Dobrudschagebirge habe einst mit dem Gebirge der Halbinsel Krim in einem innigen Zusammenhange gestanden (man vergleiche über diese Frage auch die Abhandlung Cap. Spratts).

30. **Dr. H. Barth.** Beschreibung einer Reise quer durch 1863.
das Innere der europäischen Türkei von Ruščuk über Philippopel, Rilo-Monastir, Bitolia und den thessalischen Olymp nach Salonik oder Thessalonike, im Herbste 1862. Mit 1 Karte. Zeitschrift für allgemeine Erdkunde, Berlin 1863, S. 301—358 und 457—538. Enthält nur hie und da Gesteinsangaben, gibt aber treffliche topographische Schilderungen.

31. **Dr. Carl Peters.** Bemerkungen über die Bedeutung der Balkan-Halbinsel in der Liasperiode. Sitzungsber. der k. Akademie der Wissenschaften XLVIII. Band.

Es wird die Frage erörtert, ob auf der Balkan-Halbinsel alte Festländer nachgewiesen werden können, analog jenen des hercynischen Massivs, des Centralplateaus von Frankreich, der Vogesen - Schwarzwaldmasse und anderer kleiner Massen dieser Art. Trotz wesentlicher Unterschiede, welche zwischen diesen Gebirgsmassen und gewissen Theilen der Balkan-Halbinsel bestehen, wird doch nachgewiesen, dass in der That im südöstlichen Theile der Halbinsel mit der Westgrenze: ägäisches Meer, Hochmösien, eine analoge Masse vorhanden sei, die während der mesozoischen Ära als Festland emporgeragt und dieselbe Rolle gespielt habe wie jene anderen Grundfesten unseres Continentes. Die Frage, ob Theile dieses aus krystallischen Schiefern und granitischen Gesteinen bestehenden und durch ausgedehnte Durchbrüche jüngerer Eruptivmassen charakterisierten alten Festlandes die Rolle von Centralstöcken, ähnlich jenen in den Alpen, gespielt haben könnten, wird erörtert und nach den von Viquesnel gemachten Angaben, über Protoginmassen zwischen Resna und Kastoria, als möglich, ja „sogar wahrscheinlich“ angenommen,

Digitized by Google

1863. dass dies der Fall sein könnte. Solche Stöcke müssten jedoch, wenn überhaupt vorhanden, nach den jüngeren Eruptivmassen (nach Boués Angaben) zu schließen, auf die westliche Grenze von Macedonien beschränkt gewesen sein.

Wenn (S. 6 des Separatabdr.), angeführt wird, dass sich dieses südosteuropäische Festland außer durch seinen Bau auch durch die eigenthümliche Natur seiner jüngeren Eruptivgesteine vom Centralplateau von Frankreich unterscheide, so scheint mir hingegen gerade in dem Durchbrechen dieser letzteren durch die älteren Gesteine eine recht auffallende Übereinstimmung mit den Verhältnissen im Centralplateau Frankreichs zu bestehen.

32. — gibt in den Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt vom 3. November 1863 einen ersten Bericht über den geologischen Bau der Dobrudscha (l. c. S. 117), auf Grund der von Herrn Zelebor gesammelten Gesteinsproben, sowie der von J. Szabó und Tchihatcheff eingesandten Versteinerungen aus der Gegend von Černavoda und Küstendže, und betont die Wichtigkeit einer geologischen Untersuchung des Dobrudschagebietes.

Das Vorkommen von Trias- und Liasgestein, von augitischen Eruptivgesteinen, von tertiären Sandsteinen, nach Zelebors Aufsammlungen, von ober jurassischen Kalken, von Kreide- und Cerithienschichten, nach den Fundstücken der beiden anderen Forscher, wurde schon dadurch constatiert.

1864. 33. **Dr. A. Boué.** Geologie der europäischen Türkei, besonders des slavischen Theiles. Sitzungsber. der k. Akademie der Wissenschaften, XLIX. Band, März, S. 310—322.

Berichtigt eine Reihe von durch neuere Forschungsergebnisse zweifelhaft oder unhaltbar gewordenen Anschauungen.

Die Belogradčiker Felsen (man vergl. die Tafel S. 450) möchte er „fast“ für Eocän halten, meint jedoch, dass sie auch der unteren Trias zugehören könnten, womit er auf jeden Fall der Wahrheit näher kam. Sehr richtig ist die

Digitized by Google

Darstellung der Verhältnisse in der Gegend von Selenigrad 1864.
und Trn. Ob alles das, was Boué für Dachsteinkalk erklärt, wirklich dem Dachsteinkalke zugehört, ist sehr zweifelhaft. So konnte ich beispielsweise für die Suha-Planina bei Niš nachweisen, dass dieselben nicht aus Dachsteinkalken, wie Boué annahm, sondern in der That der Hauptsache nach aus Caprotinenkalken besteht.

34. **Dr. Carl Peters.** Vorläufiger Bericht über eine geologische Untersuchung der Dobrudscha. Sitzungsber. der k. Akademie der Wissenschaften I. Band.

Die feinkörnigen Kalke von Krasnai am Lom hielt Peters für sarmatisch, während sie von Hochstetter als oberste Kreide erkannt wurden. Die stratigraphisch-tektonischen Verhältnisse sind in dem Hauptwerke Peters' ausführlich behandelt, hier soll nur erwähnt werden, dass sich in dem vorläufigen Berichte Bemerkungen finden über die „moderne Entstehung des schwarzen Meeres", in welchen sich Peters den von Cap. Spratt gegebenen Ausführungen anschließt, sowie über die neuere geologische Geschichte des unteren Donaugebietes.

35. — Über die geographische Gliederung der unteren 1865.
Donau. (Sitzungsber. der k. Akademie der Wissenschaften vom 28. April 1865.) Die Fünftheilung des Donaulaufes, sowie die geologische Bedeutung der Donauenge zwischen Baziasch und Turn-Severin und die Existenz einer untersten Donauenge zwischen Galatz und dem Dobrudschagebirge, am Eintritte des Stromes in sein Delta, werden besprochen.

36. **Dr. A. Boué.** Einige Bemerkungen über amerikanisch- 1866.
mexikanische Geographie und Geologie, sowie über die sogenannte Centralkette der europäischen Türkei. Sitzungsber. der math.- naturwissensch. Classe, der k. Akademie der Wissenschaften, LIII. Band. S. 325—328.

Es finden sich Bemerkungen über die „sogenannte Centralkette" der europäischen Türkei, über die im Centrum der Balkan-Halbinsel gelegenen Becken im Umkreise der

Digitized by Google

1866. Vitoša (Becken von Sofia, Radomir, Samarkov), welche für eingestürzte Theile des bulgarischen Bodens erklärt werden. Weiters bespricht Boué den Gegensatz zwischen der Richtung des eigentlichen Balkan und den Zügen des dinarischen Systems und bemerkt, dass der Šar mit seiner NO.—SW.-Richtung weder dem einen, noch dem anderen Systeme angehören könne. (Man vergleiche Nr. 4.)

37. — Über die von ihm in der Türkei nachgewiesenen geologischen Gruppen. Bull. de la Soc. géol. de France, 2e Série, T. XXII, S. 165. Neues Jahrbuch 1866, S. 857 f.

Boué gibt die nachfolgende Reihe der in den von ihm bereisten Theilen der Balkanländer auftretenden Formationen. (Die unser Gebiet nicht betreffenden Angaben sind eingeklammert.)

1. Paläozoische Schichten: am schwarzen Meere, sowie im Innern von Obermösien und in Bosnien. (Steinkohle fehlt.)

2. Obere Trias: Serbien, im westlichen Bulgarien, im oberen Mösien.

(3. Lias [Dachsteinkalk] mit Megalodon: scheint in Bosnien und Serbien einen beträchtlichen Raum einzunehmen.)

4. Juraform: „im SW. von Serbien, in Bosnien u. s. w.“

(5. Ein vielleicht zur Kreide gehöriger Dolomitzug von Proklita am Drin in Albanien bis nach dem mittleren Bosnien.)

6. Neocom sehr verbreitet im Balkan, im oberen Macedonien, in Serbien.

7. Kreide mit Orbituliten im Norden des Balkan, ganz Bulgarien durchschneidend, auch im Innern von Serbien.

8. Gosaugruppe im südlichen Serbien und in Bosnien. (Mit *Tornatella gigantea.*). Nerineenkalke auch im oberen Albanien.

(9. Rudistenzone in der westlichen Türkei und in Macedonien, sowie auch in Serbien.)

10. Kreidemergel mit Belemniten nur im westlichen Bulgarien, „wo man bei Schumla auf einen Kalk mit Rudisten stoßt“.

Digitized by Google

11. Das sandige Eocän der Karpathen oder der Flysch im mittleren Serbien, im westlichen Bulgarien, in Epirus und im westlichen Albanien. 1866.

12. Die Nummulitenschichten im epirotischen Albanien, im westlichen Thessalien, im nördlichen Albanien und in der Herzegovina, bei Varna in Bulgarien und im östlichen Thracien.

13. Miocän (oder vielmehr Neogen) in den großen serbischen Thälern, im Becken von Niš, am oberen weißen Drin, in Mittelalbanien, in den großen Becken von Thracien und Thessalien, im westlichen Bulgarien.

14. Erratische Blöcke scheinen der europäischen Türkei nicht fremd zu sein.

15. Wie in Italien treten aus den eocänen Ablagerungen hie und da Serpentine, Diallaggesteine und Diorite hervor (Albanien) oder auch grüne metallführende Porphyre (Serbien und Macedonien).

38. **Dr. Carl Peters.** Grundlinien zur Geographie und Geologie der Dobrudscha. Denkschriften der k. Akademie der Wissenschaften XXVII, 1867. 1867.

Eine grundlegende Arbeit ersten Ranges, in welcher die geologisch-geographischen Verhältnisse mit seltener Meisterschaft dargelegt werden. Die geologische Übersichtskarte, welche dem I. geographischen Theile des Werkes beigegeben ist, gibt im Maßstabe von 1 : 420.000 eine erschöpfende Darstellung des geologischen Baues der unter einer allgemeinen Silt- und Lössdecke zutage tretenden Berggruppen. Ich brachte die von Peters gemachten Ausscheidungen auch auf meiner kleiner Übersichtskarte zur Darstellung. Auf die von Peters gegebenen stratigraphischen Ausscheidungen komme ich noch an anderer Stelle in vergleichender Darstellung zu sprechen. Die in dem von ihm geologisch aufgenommenen Gebiete auftretenden sedimentären Bildungen sind:

I. Paläolithische Gruppe: Gneiss (bei Garbina und im Gebirge von Mačin), Quarzite und Thonschiefer, grüne Schiefer und sandige Diabastuffe.

Digitized by Google

1867. II. Mesolithische Gruppe: Schiefer und Sandsteine (Dyas?) (bei Tuldža tritt auch ein verrucanoartiges Gestein auf). Muschelkalk (Popininsel), Halobienschiefer und Sandsteine, die möglicherweise dem Keuper entsprechen könnten. Liaskalk (Arietenmarmor und Dolomit); mittlerer Jura (Crinoidenkalk). Oberer Jura besonders am rechten Ufer der Donau zwischen Rasova und Hiršova. (*Pteroceras-*, Nerineen- und Diceratenschichten; Planulatenkalkstein vom Karabair.) Kreideformation von Babadagh und Allabair, sowie vom Kanarasee (Baculitenthon und weiße Kreide).

III. Känolithische Gruppe: Von miocänen Bildungen treten nur sarmatische Schichten auf. Außerdem Spuren einer Süßwasserstufe. Von der weiten Verbreitung des Löss, sowie eines limnischen Diluviallehmes und des Silt wurde schon gesprochen.

Von krystallinischen Massengesteinen wurden constatiert: Granit und Granitit (z. B. vom Jakobsberg südlich von Mačin), Quarzporphyr (z. B. am Pomsil, SW. von Tuldža), und Melaphyr des Gebirgsstockes südlich von Isakča.

39. **A. Lennox.** Rapport sur la Géologie d'une Partie de la Rumelie (London). Geologischer Theil, S. 31—43. Eine Arbeit, welche v. Hochstetter als „ein wahres Curiosum" charakterisiert hat (man vergleiche v. Hochstetter, Jahrbuch 1870, S. 420).

Erwähnen möchte ich nur einen auf Seite 27 gegebenen Durchschnitt von der Donau bis zum Marmarameer. Derselbe ist nämlich zwar vollkommen schematisch, zeigt aber nichtsdestoweniger einige Züge, welche damals immerhin discutierbar gewesen wären.

Das Balkan-Vorland wird als „éocen, cretacé et triassique" bezeichnet, dann kommt der Balkan-Hauptkamm mit steilerem Südhange (Balkan de Tschipka) aus paläozoischen („Dévonien") Bildungen, auf welchen Liasschichten discordant sowohl am nördlichen als auch am südlichen Gehänge angelagert erscheinen (unter ganz ähnlichen Verhältnissen,

Digitized by Google

wie nach Schröckensteins erster Auffassung, und wie er 1867.
es auch 1872, Tafel XI, Fig. 3, für seine Carbonablagerungen zeichnet). Das tertiäre Becken der oberen Tundža ist zu breit gezeichnet, der Karadžadagh dagegen wieder annähernd richtig gegeben mit Gneiss im Norden und angelagertem Kalk im Süden. (Wieder als Dévonien bezeichnet.)

40. **Aug. Viquesnel.** Voyage dans la Turquie d'Europe. 1868.
2 Bände mit einem Atlas von 33 Tafeln. Geologie und Paläontologie im II. Bande, S. 308—447. Paris 1868.

Das wichtigste Werk über die Geologie von Thracien. Es enthält eine geradezu überwältigende Menge von Detailbeobachtungen. Die rein petrographischen Verhältnisse der zahlreichen Routen werden ausführlich besprochen, ohne dass dabei Angaben über nähere Altersbestimmungen der einzelnen Gebirgsglieder gegeben würden. Auch auf den Detailkarten sind nur locale Gesteinsbezeichnungen angegeben. Zahlreiche Profile geben Aufschlüsse über die Lagerungsverhältnisse. v. Hochstetter hat sich der großen Mühe unterzogen, diese zerstreuten Angaben, nachdem er durch eigene Anschauung einige auch von Viquesnel begangene Routen kennen gelernt und so in jene Angaben sich hineingelebt hatte, mit seinen eigenen Reiseergebnissen zu einem Ganzen in seiner Übersichtskarte zu verarbeiten, und er hat damit das große Werk so recht eigentlich erst zum Abschlusse gebracht, nachdem Boué nicht mehr in der Lage war, wie zu den beiden anderen Reisewerken Viquesnels, die geologischen Karten herzustellen. Auf Grund der v. Hochstetterschen Karte (man vergleiche 1870) wurde das krystallinische Massiv Rumeliens, mit wenigen unwesentlichen Änderungen, welche durch die von Ing. Pelz gebrachten neueren Daten nothwendig wurden, in meiner kleinen Übersichtskarte (in Petermanns geographischen Mittheilungen 1882) bearbeitet.

41. (**G. St.**) Gebirgsarten und Petrefacten aus dem Balkangebiete (nach gelegentlichen Sammlungen des bekannten

Digitized by Google

1868. Orienttouristen F. Kanitz). Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt 1868, S. 406. Mehrere Gesteinsproben, u. zw.: 1. Ein rother Dyassandstein von Belogradčik. 2. Einige Korallenreste (*Stylocoenia* und *Rhabdophyllia*), welche an eocäne Formen von St. Gamberto erinnern sollen, von Pandiralo an der serbisch-bulgarischen Grenze. 3. Kalk mit Cardien von Florentin an der Donau. 4. Granitgneiss von Gamsigrad. 5. Feinkörnig-dioritisches Gestein und ein grüner Schiefer vom Sveti-Nikola-Pass. 6. Amphibolandesit vom Sveti-Nikola (Ostseite).

1869. 42. **Foetterle.** Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt 1869, S. 187 und 373.

Die erste Abhandlung bezieht sich auf „die geologischen Verhältnisse der Gegend zwischen Nikopoli, Plevna und Jablanica in Bulgarien". Hervorzuheben ist der Nachweis des isolierten Vorkommens mariner Tertiärschichten bei Plevna, unter den weiter ausgedehnten sarmatischen Bildungen. Darunter liegen feinkörnige weiße Kalke, welche zuerst für Eocän gehalten, später aber als der oberen Kreide angehörig erkannt wurden; darunter treten glimmerige Kreidesandsteine auf (Orbitolinenschichten), unter welchen dann graue Kalke hervortreten und der Gegend Karstcharakter verleihen. (Caprotinenkalk). Das älteste Glied bilden dunkle plattige Mergelkalke und Kalkschiefer mit vielen Fossilresten (*Crioceras*-Schichten: Neocom). In der zweiten kürzeren Abhandlung (l. c. S. 373) werden die Fossilien dieser *Crioceras*-Schichten (*Ammonites Grasianus, cryptoceras, Jeannoti, Matheroni* und *Crioceras Duvali*) angeführt, sowie auch ein Verzeichnis der mediterranen Fauna von Plevna gegeben.

43. **F. v. Hochstetter.** Geologische Untersuchungen in Rumelien. Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt 1869, S. 352—356. Die erste Mittheilung über Thracien l. c. S. 185.

1. Kreideplateau zwischen Ruščuk und Varna. Berichtigt die Annahme Foetterles, wonach dieses Gebiet aus sarmatischen Bildungen zusammengesetzt sein sollte.

Digitized by Google

(2. Die byzantinische Halbinsel. Devon mit eocäner und neo- 1869.
gener Umrandung. Phyllitinsel bei Tschataldsche. Eruptivgesteine am Bosporus.) (3. Das untere Maricabecken. Jungtertiäre und diluviale Süßwasserablagerungen, umsäumt von eocänen Kalken auf Gneiss.) 4. Das Tundžagebiet. Ein ausgedehntes krystallinisches Massiv. 5. Das Eruptionsgebiet von Jamboli-Aidos und Burgas. 6. Die Balkankette. Ihr Südrand entspricht einer Dislocationsspalte. Eocän und Kreidebildungen im Osten mit Porphyrdurchbrüchen, Granit, Gneiss und andere krystallinische Schiefer im mittleren, und triassische Sandsteine und Kalke westlich von Sofia bilden diesen Südrand. 7. Die Mittelgebirge: Karadžadagh und Sredna gora: Granit und Syenit mit mesozoischer Auflagerung. 8. Das Maricabecken. 9. Die Rhodope: ein Urgebirgsstock mit Trachytdurchbrüchen. 10. Das Vitošagebiet: altkrystallinische Gesteine mit Syenit und Granitstöcken bilden die Unterlage einer in ihren ältesten Gliedern triassischen Schichtreihe. 11. Die kleinen Becken. 12. Das obere Moravagebiet. Krystallinische Schiefer mit Rhyolith und Trachytdurchbrüchen.

44. **Dr. A. Boué.** Über türkische Eisenbahnen und die Geologie der Centraltürkei. LX. Band der Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften (October 1869).

Enthält nebst interessanten Aussprüchen über die wichtigen Zukunftseisenbahnlinien auch die ersten Mittheilungen über v. Hochstetters Reise in der Türkei.

45. — Mineralogisch-geologisches Detail über einige 1870.
meiner Reiserouten in der europäischen Türkei. Sitzungsber. der k. Akademie der Wissenschaften, LXI. Band, 1870.

Jede Regung neuerer Forschung auf der Balkan-Halbinsel wurde von Boué freudig begrüßt, der dann sofort aus dem reichen Material seiner Reisetagebücher neue Angaben hervorholte. v. Hochstetters Reise veranlasste wohl in erster Linie die angeführte Arbeit. Der erste der „Beiträge" behandelt Nordalbanien, Bosnien, die Herzegowina und Türkisch-Croatien.

Digitized by Google

1870. Der zweite Beitrag betrifft Epirus und das westliche Macedonien. Auch über dieses Gebiet besitzen wir nur die Boué-Viquesnel'schen grundlegenden Beobachtungen.

Der dritte Beitrag behandelt: Obermösien und das östliche Macedonien. Dieses Gebiet liegt im westlichen und südlichen Theile im krystallinischen Terrain (Gneiss, Glimmerschiefer, Granit, Syenit, körniger Kalk), im östlichen und südlichen Theile dagegen treten mesozoische Bildungen („Flötzkalk") auf. Die Routen Pristina—Vrania, Niš—Trn, Grlo—Pirot—Niš und Salonik—Sofia werden beschrieben. Erwähnt werde hier nur der Hinweis auf das Vorkommen paläozoischer Bildungen im Südosten von Pristina. Das Vorkommen von trachytischen Gesteinen bei Vlasiditza und von Augit-Porphyren im Westen von Sofia wird angeführt.

Der vierte Beitrag betrifft Bulgarien: Boué hat den Balkan in seiner ganzen Ausdehnung nur viermal, in ziemlich gleichen Abständen, durchquert: 1. von Sofia nach Etropol und Lovac (seine westlichste Route), 2. von Lovac über Gabrova nach Kasanlik, 3. von Jamboli-Slivno nach Osman Basar und 4. von Šumla nach Aitos. Die betreffenden Angaben sind in Boués Hauptwerk (Band I, S. 240—253) und in seiner Abhandlung im Jahre 1864 ausführlicher dargelegt. Hier führt Boué nur an, dass er jetzt die Möglichkeit zugebe, dass im großen Balkan von Islivne auch „ältere Gebilde als Trias vorhanden sein mögen". Auch beantwortet er die Muthmaßungen Foetterles, dass die ganze alpine Flötzfolge im bulgarischen Balkan vorhanden sein dürfte, indem er das Gerippe des Balkans mit den Centralalpen vergleichen zu können glaubt, wenn man die Rhodope damit in Verbindung bringt und anführt, dass wohl eine „laterale Schieferkalkzone" im Norden anlagert. Er hält dieselbe für altpaläozoisch. Im westlichen Balkan konnte ich nur die mächtige Entwicklung jungpaläozoischer (Carbon-) Schiefer constatieren. Außerdem sei ihm zwischen diesen und der auch von Foetterle in so weiter Ausdehnung ange-

Digitized by Google

troffenen Kreideformation nur noch das Vorkommen von 1870. rothen (Trias?) Sandsteinen bekannt.

Fünfter Beitrag: Östliches Serbien. Boué ging von Niš über Knjazevac — Banja — Paratjin nach Poscharovac, besuchte Golubac, Zdrelo und gieng über Semendria nach Belgrad. Molasse, weiße und rothe petrefactenreiche Kalke („wahrscheinlich jurassisch") am oberen Timok, „Flötzkalk" (für Dachsteinkalk erklärt) am Rtanj und nördlich davon Gneiss und andere krystallinische Schiefer vor Jagodin werden angeführt. Im Thale der Morava: Alluvialablagerungen, am Rande des Thales und gegen Belgrad zu tertiäre Bildungen.

46. **Dr. Ferd. v. Hochstetter.** Die geologischen Verhältnisse des östlichen Theiles der europäischen Türkei. 1. Abtheilung mit einer geologischen Übersichtskarte. Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt 1870, S. 265—461.

Hofrath v. Hochstetter hat im Jahre 1869 den östlichen Theil der Halbinsel bereist, um für die projectierten Eisenbahnrouten geologische Untersuchungen vorzunehmen. Seine Reise ging durch das östliche Thracien (Constantinopel — Adrianopel — Jamboli — Burgas — Slivno) über den Karadžadagh bei Kasanlik und Kalofer nach Philippopel, und durch Obermösien (Samarkov, Dubnica, Radomir, Vitoša, Sofia, Trn und Vranja) und die Morava entlang nach Belgrad. Eines der Hauptresultate seiner Reise und des damit im Zusammenhange stehenden Studiums der Arbeiten seiner Vorgänger: Boué, Viquesnel, Tchihatcheff und anderer bildet die geologische Übersichtskarte des östlichen Theiles der europäischen Türkei, auf welcher nicht weniger als 24 geologische Formationsglieder zur Ausscheidung kommen konnten. Sie bildet mit den aus der zwei Jahre später erschienenen geologisch ausgeführten Originalkarte der Centraltürkei entnommenen Veränderungen eine Grundlage meines Übersichtskärtchens, auf welchem verhältnismäßig nur geringfügige Änderungen auf Grund neuerer Darstellungen vorzunehmen waren. Für den östlichen Theil der Balkan-Halbinsel bilden

Digitized by Google

1870. v. Hochstetters Arbeiten die wichtigste Grundlage. In ihnen sind alle bis 1870 (resp. 1872) erschienenen Arbeiten eingehend berücksichtigt.

Die erste Abtheilung von Hochstetter's Werk gliedert sich in vier Abschnitte, von welchen nur die unser Gebiet betreffenden betrachtet werden sollen.

1. Das östliche Thracien.

2. Der Balkan und das Balkangebiet.

Für diesen Theil lagen v. Hochstetter nur Boués Angaben, sowie die von Foetterle gesammelten Erfahrungen auf der Route von Nicopoli — Jablanica vor. Das westliche Gebiet bis an die serbische Grenze war vollkommen unbekannt und haben sich die nach Boué gemachten Annahmen für diesen Theil des Gebirges nicht so ganz zutreffend erwiesen. Hochstetter hatte Gelegenheit, das Kohlenvorkommen im Michlis-Balkan zu besuchen, sowie den charakteristischen Bau des steilen Südrandes festzustellen. In Bezug auf die große Ausdehnung und die Gliederung der Kreideformation am Nordabhange bis gegen die Donau, sowie in Bezug auf das Auftreten der krystallinischen Schieferzone haben sich Boués Angaben im großen und ganzen wohl bewahrheitet, doch wurden später im mittleren Balkan auch jurassische Bildungen angegeben, und ist der Nachweis für die größere Ausdehnung der „zweifelhaften paläozoischen Gebilde des Balkan" bis nun noch nicht erbracht.

3. Das rumelische Mittelgebirge mit dem oberen Marica- und oberen Tundža-Becken.

Für dieses Gebiet war Hochstetter fast ausschließlich auf seine eigenen Reisebeobachtungen, sowie auf die von den Ingenieuren gemachten Aufsammlungen angewiesen. Die langgestreckten Thalbecken zwischen dem südlichen Steilrande des Balkan und dem Nordrande der Mittelgebirge werden dargestellt und die Mittelgebirge selbst in Bezug auf ihren geologischen Bau besprochen. (Karadžadagh ist der türkische Name des östlichen Theiles, während der westliche Theil

Digitized by Google

den slavischen Namen Sredna gora trägt.) Auf krystallinische Schiefer erscheinen im Brdogebirge östlich von Sofia rothe und weiße Sandsteine (untere Trias), sowie Kalke und Dolomit aufgelagert. Ähnlich so verhält es sich offenbar auch im nördlichen Theile des Ichtimaner Mittelgebirges, während im Karadžadagh über den rothen Conglomeraten und Sandsteinen ein Crinoidenkalk und eine dem Alter nach nicht ganz sichergestellte Folge von Kalkschiefern, Hornsteinkalken und Kalkmergel folgen. Die Sredna gora war bis vor kurzem geologisch und zum größten Theile auch geographisch eine Terra incognita. 1870.

4. Der Despotodagh oder die Rhodope.

Über dieses Gebiet lagen und liegen auch heute, mit Ausnahme des Rilagebirges im Nordwesten, welches auch Boué und v. Hochstetter besucht haben, ausschließlich nur Viquesnels ausführliche Routenbeschreibungen vor. Nach einer Besprechung des Granitstockes der Rila und der Syenitmasse des Perimdagh, sowie der übrigen aus krystallinischen Gesteinen (Gneissglimmerschiefer, Amphibolschiefer, Urkalk und Serpentin) bestehenden Gebirge des großen und ausgezeichneten Massengebirges werden die im Gebiete der Rhodope, in Buchten des krystallinischen Grundgebirges, sowie an den nordöstlichen und südöstlichen Rändern auftretenden Eocänablagerungen besprochen. Sodann werden die Trachytgebirge behandelt. Zwei davon liegen inmitten des Massivs östlich von der Mesta, das dritte größte, von der Arda durchflossene, liegt dagegen am Nord-, das vierte kleinere an der unteren Marica, am Südostrande desselben. Dieselben werden dem Alter nach für Eocän erklärt.

47. **Dr. Emil Tietze.** Auffindung des braunen Jura bei Boletin in Serbien. Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt 1870, S. 323.

48. — Auffindung von Neocom und Turon im nordöstlichen Serbien. (l. c. S. 324.)

49. — Geologische Notizen aus dem nordöstlichen

Digitized by Google

1870. Serbien. Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt 1870, S. 567—600.

Die wesentlichsten geologischen Ergebnisse eines kurzen, aber erfolgreichen Ausfluges nach Serbien waren: die Feststellung des Vorkommens von braunem Jura bei Boletin, von Tithon (oberstem Jura) und Neocom, sowie von olivinführendem Gabbro östlich bei Milanovac in der Fortsetzung der Serpentine des Banates, von Sanidin-Porphyren im Poreškathale, von Trachyten bei Maidanpek und von Kreidekalken an der Stanica bei Maidanpek und am Stol. Bei Maidanpek wurde auch das Vorkommen von Inoceramenkreide constatirt.

1871. 50. **Franz Schröckenstein.** Geologische Notizen aus dem mittleren Bulgarien. Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt, Band XXI, S. 273—279.

Von Ruščuk bis gegen Monastir traf Schröckenstein tertiäre Mergel und Tegel, aufgelagert auf den Kreidekalkbänken. Bei Monastir treten dann Kreidekalke auf, welche grau- bis reinweiß sind, Hornsteinknollen umschließen und *Exogyra* und *Rhynchonella* führen. Darunter treten Thonmergel und dünngeschichtete glimmerige Sandsteine auf, welche Schröckenstein wohl mit Recht für äquivalent hält mit dem von Foetterle bei Katanec angetroffenen Orbitolinensandsteine. Diese halten an bis über Tirnova hinaus. In ihren unteren Partien werden sie plattig und besonders reich an Kalk. Bei Biela treten reine Plattenkalke zwischen den Thonmergeln auf.

Ihr Liegendes bilden gelbliche weißadrige Caprotinenkalke (auch *Apiocrinus* und *Ostrea vesicularis* werden daraus angeführt!). — Diese, bis zu 200 Fuß mächtig, liegen auf einem Complexe von Mergelschiefern und dunklen Sandsteinen auf, welcher bis über Gabrova nach Süden anhält, in mehrere flachen Falten gelegt erscheint, welche auf den Sätteln allenthalben Caprotinenkalk tragen. Verhältnisse ganz analog wie auf Foetterles Route und noch weiter

Digitized by Google

im Westen, in dem von mir durchreisten Gebiete, z. B. nördlich von Vraca. Bei Tirnovo durchbricht die Jantra die Kalketage in romantisch vielgewundenem Laufe. 1871.

Südlich von Gabrova ändert sich das Verhältnis mit einem Schlage. An einer Verwerfung tritt Talkgneiss auf, der zwischen den Orten Radievce und Kamanarna ein System von Mergeln, bituminösen Schiefern und Sandsteinen trägt, mit Dolomit im Hangenden. Zwischen den bituminösen Schiefern lagern drei Kohlenflötze, von welchen eines in einer Mächtigkeit bis zu 5 Fuß auf 1500 Klafter Erstreckung zu verfolgen sein soll. Es soll eine ganz ausgezeichnete Pechkohle sein, ein Vorkommen von höchster nationalökonomischer Bedeutung für das Land. Schröckenstein hält diese Formation, obgleich er keinerlei Fossilreste aufzufinden vermochte, für äquivalent der Liaskohle von Steyerdorf im Banat und ist der Meinung, dass die von v. Hochstetter bei Michlis am Südabhange des Balkans angetroffene Kohle in einem gewissen Zusammenhange mit dem von ihm am Nordhange studierten Vorkommen stehen dürfte.

Von Interesse ist auch der Hinweis auf die für die Anlage einer Schienenstraße so überaus günstigen Terrainverhältnisse auf der Strecke Travna-Hainkiöi (S. 279).

Das Hangende des Kohle führenden Schichtencomplexes möchte Schröckenstein für cretacisch halten und knüpft daran einige Hoffnungen in Bezug auf die Liegendschichten im nördlichen Balkanvorlande.

51. — „Vom Czipkabalkan." Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt XXII, S. 234—240, Tafel 11. (Mit einer Kartenskizze und mit Profilen.)

Drei Monate nach seinem ersten Besuche kam Schröckenstein unter günstigeren Verhältnissen wieder in das Kohlengebiet. Er überstieg diesmal (im Juli) den Balkan von Travna über Kamanarna und Selče nach Kasanlik und gieng von Šipka nach Gabrova zurück. Er kam nun zu einer von seiner ersten ganz verschiedenen Vorstellung.

Digitized by Google

1871. Die am krystallinischen Schiefer (Talkgneiss) aufgelagerten kohlenführenden Schichten erklärt er nun für Steinkohlenformation, über welche Sandsteine des Rothliegenden folgen, während er die hangenden Kalkdolomitmassen für „Zechstein(?)“ hält. Es sei hier angeführt, dass die in der später zu erwähnenden Schrift (1879) von K. v. Fritsch gemachte Annahme: dass diese Kalke mit den von mir weiter im Westen angetroffenen Wellenkalken übereinstimmen dürften, dem richtigen Sachverhalte wohl am nächsten kommt. Schröckenstein nimmt mehrere Verwerfungsspalten an, vor allem aber eine nördlich und eine oder zwei südlich vom Balkankamme.

52. **Dr. Ferd. v. Hochstetter.** Die geologischen Verhältnisse des östlichen Theiles der europäischen Türkei. 2. Abtheilung. Mit einer geologischen Karte der Central-Türkei. Jahrbuch der k. k. Reichsanstalt 1872, S. 331—388.

In diesem zweiten Theile behandelt der Verfasser:

5. Die Centraltürkei oder das Vitošgebiet.

Die Vitoša ist eine aus Syenit bestehende, auf breiter Basis bis zu 2300 Meter sich erhebende Gebirgsmasse, ein wahrer Gebirgsstock. Der Magnetitreichthum des Gesteines hat Veranlassung gegeben zur Eisenindustrie von Samakov, wo der beim Verwittern entstehende Magnetitsand gesammelt und in primitivster Weise verhüttet wird. Den Nordabhang des Berges bilden dunkle melaphyrartige Gesteine (Augit-Andesit und Quarz-Amphibol-Andesit, Diabas und Melaphyr), welche im Visker- und Lülüngebirge, im Westen von Sofia eine ausgedehnte Entwicklung besitzen. Im Westen und Südwesten der Vitoša treten im Brdo und Koniavo mesozoische Sedimentgesteine auf, welche als die südlichste Zunge einer schmalen Sedimentzone aufzufassen sind, die sich von hier zwischen den krystallinischen Schiefern des Westens, der Masse der Vitoša und den balkanischen krystallinischen Gesteinen nach Nordnordwest bis an die Donau verfolgen lässt, von wo sie weiterhin in den Banater Gebirgen

Digitized by Google

sich nordwärts fortsetzt. Die rothen und weissen Sandsteine bilden das unterste Glied über dem krystallinischen Grundgebirge, darüber folgen dann graue und weiße dichte Kalke (Triasformation), sowie auch jurassische und cretacische Bildungen (schiefrige Sandsteine, Mergel und Kalke). Eine bedeutendere Rolle spielen vor allem mächtige, hellgefärbte Nerineenkorallenkalke. Endlich wird auch das Braunkohlenbecken von Čirkva am westlichen Fusse der Vitoša erwähnt. 1871.

6. Die obermösischen Gebirge und das obere Moravagebiet.

Ein fast durchwegs krystallinisches Schiefergebirge, in welchem phyllitische Gesteine und Gneisse die Hauptrolle spielen. Zahlreiche Rhyolith- und Trachytdurchbrüche liegen in diesem Gebiete (westlich und nördlich von Trn, bei Egri Palanka, Vranja, Vlasidica u. s. w.). v. Hochstetter spricht die Meinung aus, dass das obermösische Gebirge, der Šardagh und der Pindus ein zusammengehöriges Ganzes bilden sollen, welches „den Charakter einer westlichen Centralkette" annehmen würde. Nach Boué und Viquesnel wäre dies wenigstens für den Pindus nicht anzunehmen und würde der weitere südliche Verlauf der krystallinischen Zone durch Thessalien, Attica und Negroponte zu verfolgen sein. Eine endgiltige Entscheidung der Frage, ob im Pindus krystallinische Gesteine eine Rolle spielen, wird erst eine geologische Untersuchung des geologisch eine Terra incognita darstellenden mittleren Pindusgebietes ergeben. Ein Verzeichnis von Höhenbestimmungen und ein ausführliches Register schließen diese inhaltsreiche Abhandlung.

53. **Anton Pelz.** Aus der europäischen Türkei. Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt 1872, S. 313. 1872.

Aus einem Schreiben an Dr. A. Boué über die geologischen Verhältnisse des oberen Maricathales. Das Hinübergreifen der Trachyte auf das linke Maricaufer, die größere Ausdehnung und Verbreitung der noch in ihrer Lagerung gestörten Eocängebilde um diese Trachytmassen herum und das Vor-

Digitized by Google

1872. kommen von älteren (von Pelz mit den azoischen Bildungen des böhmischen Silurbeckens verglichenen) Kieselschiefern, Quarziten und Eruptivgesteinen gegen die Tundža hin wird besprochen. Letzteres scheint in bester Übereinstimmung zu stehen mit den im Nachfolgenden anzuführenden v. Fritsch-schen Ergebnissen, der über den Granit und Granitgneiss südöstlich von Kazanlik gleichfalls das Vorkommen von Thonschiefern und Kieselschiefern erwähnt, die als Unterlage der mesozoischen Bildungen auftreten dürften. (l. c. S. 8.)

1873. 54. — Die Maricathalbahn. Geologische Profile aus der europäischen Türkei. Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt 1873, S. 61.

Aus einem Schreiben an Dr. A. Boué; in der Abhandlung im Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt 1873, S. 289 ausführlicher besprochen.

55. — Ueber das Vorkommen tertiärer Bildungen im oberen Maricathale. Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt XXIII, S. 289—294. Mit einer Kartenskizze.

Es wird nachgewiesen, dass „zwischen den südlichsten Ausläufern des Balkan (dem thracischen Mittelgebirge, Karadžadagh und der nördlichen Rhodope) nicht nur diluviale und alluviale Bildungen vorkommen, sondern dass an der Ausfüllung des weiten Beckens auch alttertiäre, Nummuliten führende mergelige Kalke und Sandsteine (in zum Theil steiler Aufrichtung), bei Čirpan, sowie südlich davon am rechten Maricaufer und in der Umgebung von Haskiöi, sowie horizontal gelagerte neogene pflanzenführende Mergelschiefer und Sandsteine (nördlich davon) theilnehmen.

56. **Edwin Rockstroh.** Über den Balkan. Von Vraca nach Sofia. Mittheilungen der k. k. geographischen Gesellschaft in Wien 1874, S. 439—455.

Zu Fuß zog der unternehmende Biologe von Lom über Kutlovica nach Vraca, von hier über Ljutibrod und Ljutikova direct nach Sofia. Seite 452 finden sich einige geologische Angaben. Er spricht hier von dem nördlichen Steilabhange des Berkovica-

Digitized by Google

balkan, „wobei (von Berkovica aus) der Weg über krystal- 1873.
linisches Gestein (Granit etc.) führt", auf ein „nach Süden geneigtes Plateau". „Der ganze Balkan aber bildet hier eine compacte, nicht durch Längsthäler zertheilte Masse mit Kalken und einer schmalen Zone von Sandstein am Südrand."

Über seine in diesem Aufsatze beschriebenen Routen führt er die folgende geologische Bemerkung an: Sowohl die nördlichen als die südlichen Gebirgszüge weisen hier (Route Ljutibrod—Sofia) Granit, Gneiss, die südlichen auch Porphyr auf. Diesen Gesteinen sind südlich von Orhanié Thonschiefer und am Südabhang, gegen die Ebene von Sofia, bunte Sandsteine an- und aufgelagert. Der Thonschiefer zeigt ausserordentlich deutliche Tafel- und stengelförmige Absonderung."

57. **Franz Toula.** 1. Geologische Untersuchungen im 1875.
westlichen Balkan und in den angrenzenden Gebieten. Kurze Übersicht über die Reiserouten und die wichtigsten Resultate der Reise. LXXII. Band, Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften October 1874.

Die genauere Altersbestimmung mancher Bildungen konnte erst in den detaillierten Berichten vorgenommen werden.

Die Auszüge können umsomehr gekürzt werden, als der Haupttheil der vorliegenden Arbeit, die geologische Skizze Bulgariens, auf allen vom Verfasser bereisten Gebieten, auf Grund seiner eigenen Wahrnehmungen zur Darstellung gelangt.

58. **Felix Kanitz.** Donaubulgarien und der Balkan. Historisch-geographisch-ethnographische Reisestudien aus den Jahren 1860 — 1875. I. Band, Leipzig. II. Band 1877. III. Band 1879.

Enthält gelegentlich auch geognostische Bemerkungen, welche wohl auf Bestimmungen mitgebrachter Gesteinsstücke beruhen, aber weiter keine wissenschaftliche Bedeutung haben. (Man vergleiche übrigens meine „Materialien" Nr. 114, 126, 157.)

Digitized by Google

1876. 59. **K. F. Peters.** Die Donau und ihr Gebiet. Eine geologische Skizze. Leipzig. S. 313—348. Das Daco-Mysische und das Pontische Becken. Der Balkan. Die Dobrudscha.

1877. 60. **Franz Toula.** Geologische Untersuchungen im westlichen Theile des Balkan etc.

2. Barometrische Beobachtungen. LXXV. Band der Sitzungsber. der k. Akademie der Wissenschaften 11. Jän. 1877.

3. Die sarmatischen Ablagerungen zwischen Donau und Timok. (Mit 1 Tafel.) LXXV. Band der Sitzungsber. der k. Akademie der Wissenschaften, März 1877.

4. Ein geologisches Profil über den Sveti Nikola. LXXV. Band der Sitzungsber. der k. Akademie der Wissenschaften, April 1877. Mit einer geologischen Kartenskizze und 8 Tafeln.

61. **L. Burgerstein.** Beitrag zur Kenntnis des jüngsttertiären Süßwasserdepôts bei Üsküb. Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt, S. 243—250.

Bearbeitung einer Anzahl von Fossilien.

1878. 62. **B. v. Cotta.** Fortsetzung der Banater Erzlagerstättenzone nach Serbien. Berg- und Hüttenmännische Zeitung 1878, S. 37.

Kurze Notiz über Andrés Untersuchungen in Serbien.

63. **Franz Toula.** Geologische Untersuchungen im westlichen Balkan etc.

5. Ein geologisches Profil von Sofia über den Berkovicabalkan nach Berkovac.

6. Von Berkovac nach Vraca.

7. Ein geologisches Profil von Vraca an den Isker und durch die Iskerschluchten nach Sofia. LXXVII. Band der Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften, März 1887. Mit 12 Tafeln und 6 Holzschnitten.

64. **Coquand.** Studien zwischen Rodosto und Adrianopol. Bulletin de la Soc. géol. de France, S. 337.

Constatiert das Vorkommen von Congerienschichten bei Rodosto und am Zusammenflusse von Arda und Marica. Im

Digitized by Google

Ardathale treten Eocänbildungen über Trachyt gelagert auf. 1878.
Es sind Trachytconglomerate mit Manganerz und Trachyttuffe, über welchen zuerst eine Lage von Jaspis und Chalcedon mit Korallenresten und Manganerzknollen auftritt. Korallenkalke mit *Ostrea gigantea* und *Nummulina perforata,* sowie rothe Mergel (ohne Fossilreste) folgen darüber. Am rechten Ufer der Arda tritt Säulenbasalt auf. Bei Karabi liegen Sandsteine und Conglomerate (nach Coquand Äquivalente der Schichten von Fontainebleau) über den Eocänbildungen. Stellenweise liegen diese unmittelbar auf Gneiss, Amphibolit und Glimmerschiefer des Massivs auf.

65. **Th. Fuchs.** Über neue Vorkommnisse fossiler Säuge- 1879.
thiere von Jeni Saghra in Rumelien etc. Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt 1879, S. 49 ff.

Beim Dorfe Bogdan Mahale (nächst Jeni Saghra) wurden von Hans Fasching Reste von *Elephas meridionalis* und *Hippopotamus major,* also Reste aus den jüngsten Ablagerungen der Tertiärzeit, unter einer Lehm- (Löss-) Lage aufgefunden.

66. **Anton Pelz.** Über das Rhodoperandgebirge südlich und südöstlich von Tatar-Bazardžik. Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt, XXIX, S. 69, mit einer Kartenskizze, Tafel VI.

Handelt von dem geologischen Bau der Rhodopeausläufer. Krystallinische Schiefer spielen die Hauptrolle. Krystallinische Kalke haben eine ziemliche Verbreitung am Baba Bair und an der Kritschma. Die Erzführung der Gneisse wird hervorgehoben (wurde schon von Boué erwähnt 1840, S. 160). Es ist hauptsächlich Magnetitsand wie bei Samakov. Die geringere Verbreitung der Serpentine, das Auftreten der Trachyte und die (durch Trachyteruptionen) gestörten etwas kohleführenden Neogenbildungen werden besprochen. Die Karte umfasst das Gebiet zwischen der Marica südlich von Tatar-Bazardžik bei Radilovo und östlich bis an den Dermen Dere.

Digitized by Google

1879. 67. **Julian Niedzwiedzki.** Geologische Untersuchungen im westlichen Theile des Balkan etc.

8. Zur Kenntnis der Eruptivgesteine des westlichen Balkan. (Bearbeitung der vom Verfasser auf seiner ersten Reise im westlichen Balkan etc. gesammelten krystallinischen Gesteine.) LXXIX. Band der Sitzungsberichte, März 1879.

68. **Anton Pelz.** Quartärformation in Thracien. Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt 1879, S. 248—252.

Über Quartär- und Pleistocänbildungen bei Jeni Saghra an der Tundža und von der oberen Marica und ihren Zuflüssen. (Der von Herrn Pelz erwähnte Rest von *Elephas* stimmt am besten mit *Elephas antiquus* überein.)

69. **K. v. Fritsch.** Beitrag zur Geognosie des Balkan. Vortrag. (Halle 1879.)

Reise in Bulgarien und Ostrumelien. Hallenser Vereinsschriften 1879 (S. 769—775).

Prof. K. v. Fritsch hat von Nikopoli ausgehend drei Balkan-Passagen ausgeführt: 1. von Trojan nach Karlovo, 2. von Kasanlik nach Gabrova und über Travna nach Kasanlik zurück; er kreuzte den Karadžadagh und erreichte bei Harmanly die Bahnlinie. Er constantiert die weite Verbreitung und mächtige Entwicklung der Kreideformation. Orbitolinen- und Caprotinenschichten, sowie braune Sandsteine, Conglomerate und Mergelschiefer, theilweise mit „paläozoischem Aussehen") im nördlichen Balkan, weist das Vorkommen von auf Trias lagernden Juraschichten im Trojan-Balkan nach und lässt auch für den Šipka-Balkan ihr Auftreten über wahrscheinlich triadischen Kalken vermuthen.

Über Muschelkalk folgen rother Schiefer, mit einer Einlagerung eines quarzitischen Sandsteines, rothe Kalkknauer-Schiefer, rothe und grüne Schiefer und helle Kalke. Den unteren Theil der rothen Schichten möchte v. Fritsch als Keuper und Rhät, den oberen vielleicht schon als Jura auffassen, den hellen Kalk dagegen „gleich dem des Trojan-Balkan als oberen Jura ansehen". Die Kohle von

Digitized by Google

Selce und von Kasanlik möchte v. Fritsch für unter- 1879
triadisch halten.

Die von Hochstetter für neocom gehaltenen Sedimentgesteine des Karadžadagh wäre er geneigt, Boués erster Auffassung folgend, für paläozoisch zu halten.

Aus der ersten Mittheilung über v. Hochstetters Reise, von A. Boué in der Akademie-Sitzung am 7. October nach einem Briefe erstattet, geht hervor, dass v. Hochstetter die Kalke nördlich von Eski Saghra (Stara Zagora) gleichfalls anfangs für ältere Bildungen gehalten hat.

(Vom Verfasser dieser Zusammenstellung ausführlicher besprochen in den Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt 1880, S. 28.)

70. **Dr. A. Boué.** Über die Oro-Potamo-Limne (Seen) und Lekavegraphie (Becken) des Tertiären der europäischen Türkei etc. LXXIX. Band der Sitzungsber. der k. Akademie der Wissenschaften, Aprilheft.

71. **Franz Toula.** Geologische Untersuchungen im westlichen Theile des Balkan und in den angrenzenden Gebieten.

9. Von Ak-Palanka über Niš, Leskovač und die Rui Planina bei Trn nach Pirot. LXXXI. Band der Sitzungsber. Wien 1880. Mit 6 Tafeln und 9 Holzschnitten. In dieser Abhandlung wird der erste Theil der Reiserouten in diesem westlichen Gebiete besprochen. Die Hornblendegneissmasse der Rui Planina bei Trn mit den trachytischen Gesteinen im Süd- und Nordwesten, und die große aus Gneiss, Glimmerschiefer und Phyllit bestehende Zone von der Vlasina bis an die Nišava bei Niš werden besprochen. Darüber treten typische Grünschiefer, sowie dünnplattige blaue und braune Schiefer auf. (Paläozoisch.)

Rothe Sandsteine mit Wellenkalk-Ein- und Auflagerungen repräsentieren die untere Trias, Mergel mit *Avicula inaequistriatus* und *Pecten fibrosus* die Liasformation. Weitaus den größten Theil des östlichen Antheiles (gegen die Nišava hin) nimmt die Kreideformation ein, und zwar sind zweierlei

Digitized by Google

1879. Bildungen entwickelt: 1. eine ausgezeichnete Kalkzone, aufgebaut aus lichten Nerineen-Sphäruliten- und Caprotinen-Kalken mit Bryozoen-Mergellagen dazwischen, und 2. eine Sandstein-Plattenkalk-Bildung: Flyschartige Sandsteine, Kieselschiefer-Conglomerate und grobe Sandsteine mit dunklen Plattenkalken im unteren Theile.

Im westlichen Gebirgsgliede, in der Schieferzone treten Braunkohlenablagerungen in der Nähe von Niš (SO.) auf. — Trachytische Gesteine werden außer den schon angeführten Localitäten auch beschrieben aus der Gegend von Vlasidnica (an der unteren Vlasina), welche übrigens schon von Boué besprochen worden sind.

1881. 72. — Grundlinien der Geologie des westlichen Balkan. Mit einer geologischen Übersichtskarte des westlichen Balkangebietes, 4 lithographischen Tafeln und 23 Text-Zinkographien. XLIV. Band der Denkschriften der k. Akademie (math.-nat. Classe), März 1881.

Außer der detaillierten Darstellung der geologischen Verhältnisse auf den vom Verfasser im Jahre 1880 zurückgelegten Routen (darunter sechs Balkan-Passagen) wird im zweiten Theile der Arbeit eine Übersicht über die im westlichen Theile des Balkan auftretenden Formationen, sowie eine vergleichende Darstellung mit den in den Grundlinien der Geologie der Dobrudža von Peters und den in den Grundlinien der Geologie von Bosnien-Herzegovina von Mojsisovics, Tietze und Bittner gegeben. Was die innersten Gebirgsglieder anbelangt, so bestehen diese aus krystallinischen Massengesteinen, welche als förmliche Stockmassen auftreten.

Echter typischer Granit liegt nur aus dem nordwestlichsten Theile (unweit von Belogradčik) vor. Im Hauptkamme spielen dioritisch-syenitische Gesteine die Hauptrolle; so im Sveti Nikola, im Berkovica-Balkan, im Ržana Vrh und im Etropol-Balkan. Dieselben sind durchsetzt von Melaphyr und andesitartigen Massengesteinen, welche wohl den Ge-

Digitized by Google

steinen vom Vitoša-Nordhange nahestehen. Auch Diorit- und Granitgänge werden constatiert. Die größte Mannigfaltigkeit erreichen die Ganggesteine im Isker-Défilé, wo das Vorkommen von Diabas, Porphyr, Syenit-Porphyr, Melaphyr, Porphyrit etc. nachgewiesen wurde, der Hauptsache nach auftretend in einem Complexe paläozoischer Schiefergesteine. 1881

Die älteren Schiefergesteine spielen im eigentlichen Balkan eine ganz untergeordnete Rolle. Dort, wo im Südosten der Balkan an das alte Rhodope-Massiv angrenzt (das eigentliche „alte Festland" der Balkan-Halbinsel) treten echte Gneisse und Glimmerschiefer auf. Sonst sind nur aus der Gegend von Belogradčik glimmerreiche Gneisse (Phyllitgneiss) anzuführen.

Verschiedene Varietäten von Thonschiefern, Fruchtschiefern, Grünschiefern, seidenglänzenden Quarzphylliten, Chlorit-, Talk- und Quarzschiefern treten als mantelartige Hüllen um die Kernmassen im Westen auf, während weiter ostwärts ein mächtig entwickelter Complex von dunklen, dünnplattigbrechenden, sandigglimmerigen Schiefern auftritt, aus welchen die östlicheren Massengebirge emportauchen.

Glücklicherweise gelang es dem Verfasser, an drei Stellen in diesen Gesteinen das Vorkommen von Fossilresten, und zwar von Pflanzenresten, zu constatieren, und zwar bei Cerova (am Isker), am nördlichen Rande der betreffenden Zone: *Archaeocalamites radiatus, Cardiopteris polymorpha, Neuropteris antecedens, Stigmaria inaequalis* und *Lepidodendron Veltheimianum,* so dass ihr Alter hier als dem mittleren Culm entsprechend erkannt wurde. An einer zweiten Stelle am Isker wurde eine *Stigmaria* aufgefunden.

Weiter im Osten bei Ljutidol wurde dagegen *Pecopteris cf. arborescens, Odontopteris, Neuropteris* und *Cordaites* aufgefunden und dadurch das obercarbone Alter dieses letzteren Vorkommens nachgewiesen. An einer anderen Stelle viel weiter im Westen (südlich von Belogradčik) wurde sicherer Walchien-Sandstein angetroffen mit *Calamites dubius, Odonto-*

Digitized by Google

1881. *pteris obtusiloba, Cyatheites cf. arborescens, Alethopteris gigas, Taeneopteris abnormis* und *Walchia piniformis.*

Das Hangende dieser letzteren bildet (discordant darüber liegend) ein mächtig entwickeltes rothes Conglomerat, über welchem rothe und weisse Sandsteine folgen, die in der Regel als dyado-triadisch bezeichnet werden, Gesteine, welche auf der Balkan-Halbinsel eine weite Verbreitung besitzen.

An einer Stelle wurde (am Berkovica-Balkan, auf der Passhöhe) nachgewiesen, dass im obersten Theile derselben das Röth mit *Myophoria costata* vertreten ist.

Dieser Horizont in Verbindung mit wellenkalkartigen Kalkmergelbänken hat gleichfalls eine große Verbreitung. Er wurde nachgewiesen im Iskerdéfilé (bei Obletnja) südlich vom Gincipass (Berkovica-Balkan), bei Lukanja an der Temska, bei Ranislavci, bei Trn, zwischen Ak-Palanka und Niš.

Bei Belogradčik am Venšac treten darüber Crinoidenkalke mit *Retzia trigonella, Spiriferina Mentzeli, Spiriferina fragilis, Lima striata* etc. auf, welche hier den obersten sicher bestimmbaren Triashorizont bezeichnen. Crinoidenreicher Triaskalk wurde auch bei Osenovlak am Ržana Vrh angetroffen. Die obere Trias und das Rhät (die Zone der *Avicula contorta*) hat der Verfasser im westlichen Theile des Balkan nirgends angetroffen.

Das nächste Glied in der Schichtenreihe ist sofort der mittlere Lias mit *Belemnites paxillosus, Spirifer rostratus, Pecten priscus* und *liasinus* (zwischen Sofia und dem Gincipass nördlich von Pirot und NW. von Berkovica). Auch oberer Lias mit *Harpoceras bifrons* wurde nachgewiesen bei Basara (Pirot O.); ähnlich so wie der Lias in isolierten Vorkommnissen auftritt, verhält es sich auch mit dem Dogger; *Giganteus*-Schichten treten bei Basara und bei Etropol auf, wo auch die Oxfordetage vertreten ist. Auch bei Vrbova (Sveti Nikola N.) wurden Malmschichten (und zwar *Aspidoceras*-Schichten) angetroffen.

Die größte Ausdehnung besitzt die Kreideformation, welche in zwei durch die balkanische Mittelzone getrennten

Digitized by Google

Zonen verfolgt wurde, einer breiten nördlichen, welche unter der Lössdecke verschwindet und sich nach Osten bis an das schwarze Meer fortsetzt, und einer südlichen, welche auf dem älteren Grundgebirge des Balkan einerseits, und auf den krystallinischen Gesteinen von Obermösien und Serbien andererseits aufgelagert ist. Nach Südosten erstreckt sich diese letztere Zone bis an die Vitoša und den Riladagh. Nach Norden setzt sie sich jenseits der Donau im Banater Gebirge fort. 1881.

Weitaus die wichtigste Rolle spielt dabei die untere Kreide, in reicher Gliederung. Es wurden nachgewiesen:

1. Kalkmergel mit *Crioceras Duvalii* bei Komaštica südlich und bei Belimer und Kutlovica nördlich vom Berkovica-Balkan.

2. Bryozoenmergel, z. B. südlich vom Sveti Nikola, im Iskerdurchbruch bei Čerepis.

3. Caprotinenkalk zwischen Berkovica und Vraca, bei Vraca-Čerepis und bei Jablanica in der nördlichen, bei Ak-Palanka, Pirot, Ostravica und bei Niš in der südlichen Kreidezone.

4. Eine zweite Kalkbildung sind die Nerineen und Korallenkalke, welche gleichfalls an vielen Punkten anstehen.

5. Orbitolinenschichten wurden bei Vraca und Belince in der nördlichen, bei Kalnja (Sveti Nikola SW.) und bei Pirot in der südlichen Zone beobachtet und verfolgt.

Die obere Kreide wurde nur an wenigen Punkten angetroffen, so bei Konino (Vraca O.) und bei Ljutibrod am Isker in der Form von Inoceramen- und Ananchytenkreide, und dürften auch in den Kreidesandsteinen höhere Etagen vertreten sein.

Außerdem wurden im westlichen Balkan nur noch sarmatische Schichten angetroffen, während die bei Plevna so schön entwickelte mediterrane Miocänstufe weiter westlich im Balkan-Vorlande bisher nirgends nachgewiesen werden konnte.

Digitized by Google

1882. 73. **Franz Toula.** Geologische Übersichtskarte der Balkan-Halbinsel. Petermanns geographische Mittheilungen 1882, Octoberheft.

Ein auf Grund der im Texte der Karte angegebenen Quellen ausgeführter Versuch einer geologischen Karte im Maßstabe 1 : 2,500.000.

74. **G. N. Zlatarski.** Materialien zur Geologie und Mineralogie Bulgariens. (Die Mineralien Bulgariens.) Zeitschrift des Bulgarischen wissenschaftlichen Vereines in Sofia, II. und III. Heft, S. 76. (Bulgarisch.) Zlatarski, der den Verfasser als officieller Begleiter auf dessen Reisen im Jahre 1880 und später im Jahre 1884 begleitete, beschreibt etwa 40 Mineralarten des im allgemeinen an Mineralien und vor allem an mineralischen Schätzen nicht gerade reichen Landes.

75. — In derselben Zeitschrift beschrieb Zlatarski ein geologisches Profil von Sofia über Taškesen, Orhanie und Etropol, das er in Begleitung des Verfassers kennen gelernt hat. Bulgarisch, 32 Seiten.

76. **Franz Toula.** Die im Bereiche der Balkan-Halbinsel geologisch untersuchten Reiserouten. Mit einer Routenkarte. Mittheilungen der k. k. geographischen Gesellschaft in Wien, 1883, II. Heft.

Auf dem betreffenden Kartenblatte wurden nur die von Geologen zurückgelegten Reiserouten zur Darstellung gebracht, hauptsächlich zu dem Zwecke, um zu zeigen, welche große Theile der Halbinsel zur Zeit geologisch vollkommen unbekannt sind, und um zur Darstellung zu bringen, wo die auf der von dem Verfasser publicierten geologischen Kartenskizze gemachten Angaben mehr und wo minder sicher begründet sind.

1883. 77. **C. v. John.** Untersuchungen verschiedener Kohlen aus Bulgarien. Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt 1883, S. 99. Brennwertbestimmungen der Kohlen von Belogradčik (Perm), Travna (Eocän oder obere Kreide), Kunino bei Vraca (Kreide), Sofia W. (Miocän), Gorno Ujno bei Köstendil, Dospey bei Samakov und Pomik (Neogen).

Digitized by Google

78. **Franz Toula.** Materialien zu einer Geologie der Balkan-Halbinsel. (Mit Ausnahme Griechenlands.) Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt 1883, S. 81—114. 186 Nummern. Liegt der vorstehenden Literaturdarstellung zugrunde. 1883.

79. **Anton Pelz.** Reisenotizen aus Mittelbulgarien. Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt, S. 115—124. Behandelt die Routen Ruščuk—Tirnova—Gabrova—Šipka—Kazanlik und bringt eine Menge zumeist petrographischer Mittheilungen. Von Tirnova werden *Echinobrissus Olfiersii* d'Orb. und *Pseudocidaris clunifera* P. de Lor. angeführt. Bei Giusovo-Kazanlik aber wird das Vorkommen eines Basaltes nachgewiesen.

80. **A. Pelz** und **E. Hussak.** Das Trachytgebiet der Rhodope. Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt 1883, S. 115—130. Biotit-, Hornblende und Augit-Andesite und Rhyolithe treten in der Rhodope auf, auch Feldspathbasalte. Die Biotit-Andesite sind älter als die Rhyolithe und zwar eocän.

81. **G. N. Zlatarski.** Ein geologisches Profil von Vidin über Boinica, Vrska Čuka nach Makreš, Belogradčik, Gorni Lom, Dolni Lom, Prevala, Čiparovci, Jelovica nach Berkovac. In den Materialien VI. 28 Seiten. Bulgarisch.

82. — Ein geologisches Profil von Orhanie nach Jablanica, Panega, Dermanci und Plevna. Materialien VII. 24 Seiten.

83. **Franz Toula.** Von Pirot nach Sofia, auf die Vitoša über Pernik nach Trn und über Stol nach Pirot. Nr. 10 der geologischen Untersuchungen im westlichen Theile des Balkan und in den angrenzenden Gebieten. Sitzungsber. der k. Akademie der Wissenschaften 1883, 88. Band, S. 1279—1348. Mit einer geologischen Karte (1 : 300,000) und 9 Tafeln.

84. **G. N. Zlatarski.** Petrographische Beobachtungen an eruptiven und metamorphischen Gesteinen Bulgariens. Bulgarisch. Materialien. 32 Seiten. 1884.

85. **V. Uhlig.** Über Jurafossilien aus Serbien. Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt 1884, S. 178—

Digitized by Google

1884. 185. Lias von Rgotina (unterer Lias mit Kohlenflötzchen, Grestenerschichten, mittlerer Lias, mergelige marine Sandsteine und oberer Lias mit Pflanzenspuren), von Basara und Milanovac, Dogger von der Vrska Čuka (analog den von mir im benachbarten Theile Bulgariens nachgewiesenen Bildungen). Klausschichten von Crnajka an der Donau und mit Tithon von Boletin, Tithon von Golubac. (Nach Žujović' Aufsammlungen.)

86. **J. M. Žujović.** Materialien zur Geologie des Königreiches Serbien. 1. Beitrag zur Geologie von SO.-Serbien mit einer geologischen Karte. Belgrad. Serbisch. Zur Ausscheidung kommen: krystallinische Schiefer, junge paläozoische Schiefer, rother Sandstein, Trias, Jura, Kreide, Tertiär und Quartär. Außerdem: Granit (Diorit und Diabas), „Mikrogranulite" und Rhyolite, Trachyt und Andesit, Basalt und Serpentin. In dieser Arbeit werden auch Žujović' frühere Abhandlungen geologischen und petrographischen Inhaltes angeführt.

87. **Franz Toula.** Geologische Untersuchungen im centralen Balkan und in den angrenzenden Gebieten. Übersicht über die Reiserouten und die wichtigsten Resultate der Reise. Sitzungsber. der k. Akademie der Wissenschaften 1884, 90 Band, S. 274—307. Mit einer Routenkarte des Gebietes und Einzeichnung der Thermenlinie und der Basaltkuppenreihe im nördlichen Balkan-Vorlande. Man vergleiche auch den „Anzeiger Nr. 22 vom 23. October, S. 197—202. Zwischen Elena und Sofia-Berkovica wurden 10 Balkan-Passagen und außerdem zwei Durchquerungen der östlichen Sredna gora (Karadžadagh = Rehgebirge) ausgeführt.

Krystallinische Gesteine: Granit, Granitgneiss, Gneiss, krystallinische und halbkrystallinische Schiefer bilden die Hauptkämme, darüber liegt local untere Trias und Lias. Die Kreide spielt im nördlichen Theile die Hauptrolle: Neocom, Requienienkalke, Inoceramenmergel, flyschartige Sandsteine. Die Kohlen sind sicherlich nicht älter als cretacisch. Das Vorkommen von Nummuliten bei Tirnova wird aufgefunden.

Digitized by Google

88. **H. Skorpil.** Ein bulgarisch geschriebenes Buch, dessen Titel Herr Zlatarski übersetzt mit „Naturreich, entdeckt bis heute im vereinigten Bulgarien von H. Skorpil.“ Plovdiv (Philippopel). 206 Seiten mit einer kleinen, roh ausgeführten geologischen Kartenskizze. Ohne irgend eine Quellenangabe zusammengeraffte Mittheilungen. Hie und da soll sich auch eine geologische Angabe finden. Wird nur der angestrebten Vollständigkeit wegen erwähnt. 1884.

89. **Hugo Sanner.** Beiträge zur Geologie der Balkan-Halbinsel. Zeitschrift der Deutschen-geologischen Gesellschaft 1885, S. 470—518. Mit einer Übersichtskarte (1 : 600,000). Beziehen sich einerseits auf das Balkangebiet von Šipka — Jantra bis Sliven und andererseits auf die Rhodope. Eine Route führt auch von Philippopel durch den aus Granit und Gneiss bestehenden Karadžadagh nach Kazanlik. Im Šipka wird fraglich Trias und Jura angegeben, eine Vermuthung, welche für die Trias durch den Verfasser sichergestellt wurde. 1885.

90. **Franz Toula.** Über einige von Herrn H. Sanner im Sliven-Balkan gesammelte Fossilien. Zeitschrift der Deutschen-geologischen Gesellschaft 1885, S. 519—527. Eine Bivalven-Gastropodenfauna ganz eigenthümlicher Art, deren geringes Alter durch einige Formen angedeutet wurde. Man vergleiche die in des Verfassers neuer Arbeit darüber gegebenen neuen Darlegungen.

91. **G. N. Zlatarski.** Geologische Excursionen im südwestlichen Bulgarien (bulgarisch). Materialien, S. 73. Ist mir weiter nicht bekannt geworden.

92. **J. M. Žujović.** Geologische Übersicht des Königreiches Serbien. Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt 1886, S. 71—126. Mit einer Karte (1 : 750.000). Die Karte wurde der Darstellung des östlichen Serbien auf unserer beifolgenden Kartenskizze zugrunde gelegt. 1886.

93. **G. N. Zlatarski.** Beiträge zur Geologie des nördlichen Balkanvorlandes zwischen den Flüssen Isker und Jantra. Sitzungsber. der kaiserl. Akademie der Wissenschaften, 93. Band,

Digitized by Google

1886. S. 249—341. Vom Verfasser besorgte Herausgabe von zahlreichen Reisebeobachtungen Zlatarskis. Diese Arbeit wurde der beifolgenden Karte in dem betreffenden Gebiete zugrunde gelegt.

94. **L. Thonard.** Aperçu sur la constitution géologique du sol et les ressources minérales de la principauté de Bulgarie. Rev. univ. des Mines, Liège, 1—22. Eine recht beiläufige Übersicht.

1888. 95. **Franz Toula.** Vorlage des Schlussberichtes über die geologischen Untersuchungen im centralen Balkan. Anzeiger der k. Akademie Nr. XI (3. Mai 1888).

1889. 96. **Dr. A. Boué.** Die europäische Türkei. Deutsche Ausgabe, herausgegeben durch die Boué-Stiftungscommission der k. Akademie. „Geologische Skizze der europäischen Türkei", möglichst wortgetreu übersetzt von Franz Toula. I. Band, S. 144—260.

97. **Franz Toula.** Geologische Untersuchungen im centralen Balkan. Denkschriften der k. Akademie der Wissenschaften 1888, LV. Band, 108 Seiten mit einer geologischen Karte (1:300.000) 1 Profiltafel, 8 paläontologischen Tafeln und 49 Textfiguren. (Man vergl. Nr. 87. — Grundlage für den centralen Balkan auf der beifolgenden Karte.) Besprechung des Kohle führenden Gebietes, Vorkommen von Kreidemergeln mit Inoceramen nördlich in der Nähe des Balkankammes. Lias auf der Höhe des Trojanbalkan und südlich vom Kamme auf dem Wege nach Sofilari. — Trias am Šipka (Muschelkalk und Röth, Gyroporellendolomit im Norden von Tvardica etc.) Halb- und vollkrystallinische Schiefer, Gneisse und Gneissgranite in der Hochregion des Balkan.

98. — Vorlage einer Arbeit von N. Karakasch in St. Petersburg „über einige Neocomablagerungen in der Krim". Anzeiger der k. Akademie vom 11. April (Nr. X.) Vergleiche der taurischen mit den balkanischen Neocombildungen.

99. — Notiz über „*Pyrgulifera Pichleri* Hörnes in Bulgarien" auf Grund einer von Dr. L. v. Tausch gemachten

Digitized by Google

Mittheilung, wonach in Westbulgarien auch die nichtmarinen obercretacischen Ablagerungen ähnlich jenen von Ajka im Bakony und in den Gosaubildungen, sowie in den Laramiebildungen Nordamerikas vorkommen. Anzeiger der k. Akademie vom 23. Mai, Nr. XIII. 1889.

100. **A. Rosiwal.** „Zur Kenntnis der krystallinischen Gesteine des centralen Balkan." Vorlage einer größeren für die Denkschriften im Druck befindlichen Arbeit am 4. Juli 1889. Anzeiger der k. Akademie Nr. XVI (168, 169). Ausführlich untersucht wurden: Granite, Granitite, Diorite, Uralitdiabas, Porphyre und Porphyrite, Nephelinbasalt, Limburgit etc.

101. **J. M. Žujović.** Annales géologiques de la péninsule balkanique, Band I, Belgrad. (Serbisch mit deutschen und französischen Beiträgen.)

Inhalt (soweit er unser Gebiet betrifft):

J. M. Žujović. Geologische Skizze von Serbien. S. 8—878, (serbisch mit einer Karte (1 : 1.500,000).

Franz Toula. Übersicht der im centralen Balkan vorkommenden Formationen. Deutsch und ins Serbische übersetzt. I. Band, S. 131—143, II. Band, S. 107—828.

S. Radovanović. Die Liasablagerungen von Rgotina. II. Band, S. 1—106. Es wird gezeigt, dass auch dieses Vorkommen wenigstens zum Theil mit den von mir im westlichen Balkan nachgewiesenen Liasablagerungen einem und demselben Typus angehört, doch sind bei Rgotina (wie im Banate) auch die unteren Abtheilungen (Grestenerschichten und Kohle) und der obere Lias an Pflanzen führenden Sandsteinen vertreten. (Man vergleiche Nr. 85.)

102. **Franz Toula.** Geologische Untersuchungen im östlichen Balkan. Vorgelegt in der Sitzung am 16. Jänner 1890. Anzeiger der k. Akademie, Nr. II. Im Drucke für die Denkschriften. 1890.

Die Reise wurde von Ruščuk aus angetreten und wurde der östliche Balkan auf sechs Linien durchquert.

Digitized by Google

1890. 1. Von Rasgrad über Kasan (Kotel) nach Sliven.

2. Von Sliven über Binkos zur Kohle am Mandralyk und über den Zuvančipass nach Kečidere und Starareka.

3. Von Starareka über den Demirkapupass nach Sliven.

4. Von Sliven nach Burgudži, Komarevo, den Čalikavakpass und Bairamdere nach Šumla. — Šumla und Varna.

5. Von Varna über Aivadžik nach Eskipasli und nach Aitos.

6. Von Aitos über Tikenlik und Prača nach Provadia und Varna.

In der vorgelegten Arbeit werden auch die fossilen Faunen von Rasgrad (Barrêmestufe) und Kasan (Korallenmergel mit Parkerien) (?) ausführlicher besprochen und das Ergebnis der Untersuchung der von Herrn Skorpil eingesendeten Materialien behandelt.

Im östlichen Balaan treten auf:

1. Quaternär. Lössablagerungen bei Rasgrad mit *Elephas* und *Bos*. Alte, zum Theil terrassierte Alluvionen in den breiten Thälern des Akili- und Delikamčik und im Becken von Čamdere. Ausgedehnte junge Ablagerungen am Südfuße des Balkan.

2. Belvedereschotter bei Lidža (Aitos SO.) und südlich von Varna.

Sarmatische Bildungen sind weniger verbreitet als bisher angenommen wurde.

Spaniodonschichten im SO. von Varna und an der Hauptstraße über den Eminehbalkan südlich von Varna.

Marine Schichten von Varna. *a)* Oolithe mit kleinen Gastropoden, *b)* zum Theile oolithische Kalke mit Pecten, Chama etc. bei Varna und südlich davon bei Pašadere (Äquivalente des Tschokrakkalkes der Krim?) *c)* Mergel mit *Lucina Dujardini, Nucula, Dentalium* etc. bei Orehova südlich von Varna. (Äquivalente der Tüfferer Mergel?)

3. Älteres Tertiär. Oligocän mögen die Kalke mit Korallen- und Lithothamnien bei Örenžik im Slivenbalkan sein.

Digitized by Google

Sandige Mergel mit Nummuliten, Orbitoiden, Austern, Cyre- 1890.
nen etc. liegen aus dem Selidžathal (Sliven N.) vor; Nummuliten *Strombus Tournoueri, Voluta, Cassidaria* finden sich bei Sotire (Sliven NO.) etc. (Äquivalente der Roncaschichten).

Im Eocän von Ailadin (Varna W.) wurde auch ein Alveolinenhorizont nachgewiesen.

Ein Theil der Flyschsandsteine des Ostbalkan gehört zweifellos zum Eocän.

Sandsteine mit Hieroglyphen *(Palaeodictyon* und *Zoophycos* in neuen Formen) wurden im Eminehbalkan bei Keteler angetroffen. Fucoidenmergel treten an vielen Punkten auf, zum Theile wie bei Alčakdere (Eminehbalkan) zusammen mit Inoceramen.

4. Kreide. Außer dem Kreideflysch (durch Inoceramen gekennzeichnet) treten in ähnlichen Sandsteinen (leider sehr spärlich) auch Ammoniten auf.

Nordwesteuropäischen Charakter trägt die obere Kreide von Šumla, Prača und Provadia an sich: Obersenon mit Galeriten, mit *Ostrea vesicularis, Inoceramus Cripsi* etc.

Obercenoman (ähnlich den Koryčaner Schichten) tritt bei Madara (Šumla O.) auf, mit *Cidaris Sorigneti, Ostrea haliotoides, Spondylus, Pecten, Lima* etc.

Untercenoman zwischen Tikenlik und Prača mit *Catopygus carinatas* Gldf.

Dem Cenoman entsprechen auch die Orbitolinenschichten mit großen Orbitolinen von Kasan (Kotel), und auch die Korallenmergel von Kasan mit Parkerien (?) sind wohl hieher zu stellen.

Der unteren Kreide entsprechen: die Barrêmestufe von Rasgrad mit *Desmoceras difficile, Aspidoceras Percevali, Crioceras Tabarelli, dissimile* etc. Auch zwei Hilsformen liegen von Rasgrad vor, sowie ein Exemplar von *Holcodiscus incertus* (Mittelneocom.)

Die Hauterive-Stufe ist außerdem entwickelt:

Am Wege von Šumla zur Eisenbahnstation, bei Makak,

Digitized by Google

1890. vor Ailadin (Rasgrad-Eski Džuma) und im Derbendbalkan (S. v. Osmanbasar).

5. Der Jura ist nur sporadisch bekannt geworden (Lias-Dogger): südlich von Eski Džuma, bei Kasan (Kotel) und im Karnabadbalkan (Čalikavakpass).

6. Die Trias ist auf wenige Fundpunkte im Slivenbalkan beschränkt und fehlt weiter im Osten.

Die älteren Sedimentformationen fehlen.

7. Krystallinische Massengesteine treten gleichfalls im Balkangebiete sehr zurück. Granit wurde nur am Mandralyk anstehend getroffen. Granitrollsteine finden sich in Conglomeraten der Flyschgesteine und als Findlinge in den flussbetten. Dioritfindlinge wurden bei Čatak angetroffen, Porphyre anstehend bei Sliven und als Findlinge bei Aivadžik südlich von Varna.

In dem großen Eruptivgebirge südlich vom Emineh-Aitosbalkan spielen Augit-Andesite die Hauptrolle. Auch Mandelsteine sind verbreitet. Untergeordnet treten Trachyt (Dautli), phonolitischer Trachyt vor Aitos, Nephelintephrit bei Dautli auf.

Ein Krystalltuff ganz ähnlich jenem von Čirkova im Karadžadagh liegt von Burgudži (Sliven O.) vor.

103. **G. N. Zlatarski:** Ein geologischer Bericht über die Sredna gora zwischen den Flüssen Topolnica und Strema mit einer geologischen Karte im Maßstabe 1 : 210.000 ist mir soeben zugegangen und wird in den Schriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien zum Abdrucke gelangen. Grundlegende Arbeit über die Geologie des bisher geologisch fast vollständig unbekannten Gebirges.

Digitized by Google

IV.

Begleitworte zur Kartenskizze.

Die vorliegende Skizze habe ich auf Grund des heute zur Verfügung stehenden Materiales zusammengestellt. Außer meinen eigenen, bei Gelegenheit meiner im Auftrage der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften ausgeführten Reisen, gesammelten Materialien, habe ich alle mir zugänglichen Quellen benützt, vor allem aber die folgenden Kartenwerke:

1867. Dr. Karl Peters: Grundlinien zur Geographie und Geologie der Dobrudža. Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften, XXVII. Bd. (1 : 420.000).

1867. A. Viquesnel: Voyage dans la Turquie d'Europe. Mit Detailkarten.

1870. F. v. Hochstetter: Die geologischen Verhältnisse des östlichen Theiles der europäischen Türkei. Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt. Mit einer Übersichtskarte (1 : 1,000.000).

1872. F. v. Hochstetter: Zweiter Theil. Mit einer Karte der Central-Türkei (Gebiet von Sofia-Niš-Tatarbasardžik) (1 : 420.000).

1873. Anton Pelz: Die Maricathalbahn. Mit einer Kartenskizze. Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt.

1877. F. Toula: Ein geologisches Profil über den

Digitized by Google

Sveti Nikola. Mit Karte. Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie der Wissenschaften, 75. Bd.

1877. F. Toula: Ein geologisches Profil über den Berkovicabalkan. Ebenda. Mit geologischer Karte.

1879. Anton Pelz: Über das Rhodope-Randgebirge (Umgebung von Tatarbasardžik). Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt. Mit Kartenskizze.

1881. F. Toula: Grundlinien der Geologie des westlichen Balkan. Mit einer geologischen Übersichtskarte. Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Mit einer Karte (1 : 300.000).

1882. F. Toula: Geologische Übersichtskarte der Balkanhalbinsel. Petermanns geographische Mittheilungen. (1 : 2,500.000).

1883. F. Toula: Von Pirot nach Sofia über Pernik nach Trn und Pirot. Mit einer Karte (1 : 300.000).

1885. H. Sanner: Beiträge zur Geologie der Balkanhalbinsel. Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft (Übersichtskarte 1 : 600.000).

1886. J. M. Žujović: Geologische Übersichtskarte des Königreiches Serbien. Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt (1 : 750.000).

1889. F. Toula: Geologische Untersuchungen im cen-

Digitized by Google

tralen Balkan. Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften (Karte im Maßstabe 1 : 300.000).

Außerdem stand mir die Manuscriptkarte der Sredna gora (1 : 210.000) zur Verfügung von Herrn G. N. Zlatarski, für den östlichen Balkan aber meine geologischen Untersuchungen aus dem Jahre 1888, deren Ergebnisse sich im Drucke befinden (Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften, 1890).

Der Vollständigkeit wegen muss ich ein in Philippopel 1884 erschienenes geologisches Kärtchen mit bulgarischem Text von X. B. Skorpil erwähnen, das, wenn es auch wie ein Orginalkärtchen erscheint (d. h. keinerlei Quellenangaben enthält), doch nur verhältnismäßig geringe Modificationen älterer Karten aufweist, Maßstab (1 : 3,000.000) und Ausführung lassen es kaum benützbar erscheinen, es blieb daher bis auf weiteres außer Betracht.

So groß nun aber auch die Anzahl dieser Kartenblätter ist, so kann trotzdem die vorliegende Karte (im Maßstabe 1 : 1,600.000) nur als eine Skizze bezeichnet werden, da das Material ein überaus ungleichmäßiges ist und noch immer weite Gebiete fast unbetreten geblieben sind. (Man vergleiche etwa meine Karte über „die im Bereiche der Balkanhalbinsel geologisch untersuchten Reiserouten", Mittheilungen der k. k. geographischen Gesellschaft in Wien, 1883, II. Heft, an der, mit Ausnahme von Donaubulgarien und Ostserbien, sich nicht viel geändert hat.)

Digitized by Google

Was die gewählte Kartengrundlage anbelangt (aus G. Freytags Karte der Balkanhalbinsel 1 : 1,600.000), so hatte Herr Professor Dr. Constantin Jireček die Freundlichkeit, eine Durchsicht vor allem der Ortsnamen im Bereiche Bulgariens vorzunehmen, wofür ich ihm hiermit bestens danke. Dass ich über die Grenzen von Donaubulgarien und Ostrumelien hinausgegriffen habe, wird mir hoffentlich — trotz der Eifersucht, mit welcher man im Südosten Europas auf solche Dinge sieht — aus wissenschaftlichen Gründen nicht verübelt werden.

Der Maßstab der Karte macht eine weitergehende Ausscheidung und Unterscheidung von Formationen (Terrains) nicht wünschenswert. Trotzdem bleibt aber in Bezug auf die scharfe Begrenzung gar vieles noch zu wünschen übrig. So ist zum Beispiel die ganze Grenzlinie zwischen Rušćuk südlich bis ans schwarze Meer vollkommen unsicher, das ganze Gebiet nördlich von der Eisenbahnlinie Rusčuk—Varna ist, so unglaublich es klingen mag, geologisch eine Terra incognita, und ähnlich so verhält es sich mit gar vielen Strichen. Der immer wieder ausgesprochene Hinweis auf das vor unseren Thoren liegende weite Arbeitsfeld kann nicht oft und nicht laut genug wiederholt werden. Die kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Wien hat diese hohe Aufgabe seit fast drei Jahrzehnten nicht aus den Augen gelassen und geistige Eroberungen ermöglicht, die ihr und dem Vaterlande nur zur Ehre gereichen können und auch das Ministerium für Cultus

Digitized by Google

und Unterricht hat wiederholt fördernd eingegriffen (Melchior Neumayr, Franz Toula und andere), während von anderer gleichfalls berufener Seite dieses naturgemäße Arbeitsgebiet bisher brach liegen gelassen, sich selbst überlassen wurde, da sich auf anderen, weiter abliegenden, Menschen und Geldkräfte verschlingenden Gebieten scheinbar glänzendere Erfolge erringen lassen; doch hat es den Anschein als ob sich auch hier in neuester Zeit eine Besserung hoffen ließe.

Was die gemachten Ausscheidungen anbelangt, so müssen darüber schließlich gleichfalls einige Angaben gemacht werden.

Unter der Bezeichung Alluvium und Diluvium mögen auch local hie und da jungtertiäre Ablagerungen mit inbegriffen sein, und umgekehrt sind auf den als jüngeres Tertiär (Neogen) bezeichneten Flächen auch Diluvialablagerungen verbreitet und mit derselben Farbe die weiten, mit thracischem Schotter bedeckten Becken (also Belvedereschichten), sowie auch die Braunkohlenbecken im Westen von Sofia, die sarmatischen Bildungen in Nordbulgarien und am schwarzen Meere, und die marinen Ablagerungen, zum Beispiel bei Plevna, bezeichnet.

Die Eocänterrains sind gewiss im Balkan vielfach von größerer Ausdehnung, als angegeben werden konnte. Darüber, wie über so vieles andere, können erst Detailaufnahmen die erwünschte Sicherheit verschaffen. Die Kohle führende Formation des Balkan ist nach meinen eigenen neuesten Untersuchungen aller Wahrschein-

Digitized by Google

lichkeit nach jünger, als ich selbst noch im Mai 1888 angenommen habe. Ein großer Theil der an die Wiener- und Karpathensandsteingebirge erinnernden Sandsteinzonen des Balkan, die ich als flyschartige Bildungen (Kreide-Eocän) ausgeschieden habe, lässt sich dem Alter nach nicht ganz sicher bestimmen, was nicht Wunder nehmen kann, da es ja in den analog gebauten Gebieten, die seit Jahrzehnten geologisch untersucht werden, sich ähnlich so verhält. Eine Unterscheidung der einzelnen Hauptabtheilungen der Kreideformation des Balkan wurde bei der vorliegenden Karte unterlassen. Ebenso bei den räumlich viel geringer verbreiteten älteren mesozoischen Formationen (Jura und Trias). Zur Trias wurden alle die an der Basis der mesozoischen Ablagerungen liegenden rothen und weißen Sandsteine und Conglomerate einbezogen, ebenso auch gewisse Quarzite des Balkan und der Sredna gora, ob mit Recht, wird sich später ergeben. Überaus auffallend bleibt die im NW. der Rila Planina endende mesozoische Zone, die sich durch Ostserbien fortsetzt und gerade dort im Westen auftritt, wo im eigentlichen Balkan die Kreidebildungen auf eine schmale Zunge beschränkt erscheinen! Die paläozoischen Gebiete sind beschränkt und vollkommen sicher nur an drei Stellen im Balkan als „Carbon“ durch Pflanzeneinschlüsse nachgewiesen.

Diese als paläozoisch ausgeschiedenen Bildungen werden nach Osten zu halb krystallinisch. Andererseits hat man in dem weiten Gebiete der krystallinischen

Digitized by Google

Schiefer an vielen Stellen auch halbkrystallinische Gesteine zu suchen, die ganz wohl der paläozoischen Ära angehören können, so zum Beispiel in der Insel von Berkovica. In der erwähnten Manuscriptkarte Zlatarskis über die Sredna gora sind außer dem Granitgneiss, der mit den gewöhnlichen Gneissen zusammengefasst wird, auch Glimmerschiefer und Phyllite ausgeschieden und nur kleine Stöcke von vollkrystallinischen Massengesteinen eingezeichnet in jenem Gebiete, das man früher ohne sichere Anhaltspunkte für granitisch gehalten hatte. In der That ist es schwierig, überall Granit und Granitgneisse auseinander zu halten, und vieles von dem, was v. Hochstetter und ich als Granite in Karte brachten, wird sich bei detaillierteren Aufnahmen als Granitgneiss ergeben. Auch auf der vorliegenden Karte werden die als granitisch ausgeschiedenen Gebiete noch vielfach zu weit angenommen sein, da Granitgneisse in ganz ähnlicher Weise grusig verwittern wie echte Granite, und es in Granitgebieten ohne tiefere Aufschlüsse immer schwer sein wird, zu einem sicheren Resultate zu gelangen. Granitgneiss steht aber auch zum Granit gewiss in einem innigeren Verhältnis als zum Glimmer- und Phyllitgneiss, und ich würde, wenn auf der genannten Manuscriptkarte die Granitgneisse von den übrigen gneissartigen Gesteinen ausgeschieden worden wären, sie sicherlich lieber zu den Graniten gestellt haben. Ähnlich so wird es sich auch mit den Granitstöcken im Süden des Kartenblattes, in der Rhodope und im

Digitized by Google

Istrandžagebirge verhalten. Der Porphyr im Nordosten von Sliven ist gleichfalls mit der Farbe der granitischen Gesteine bezeichnet. Auch bei den jüngeren Eruptivgesteinen muss endlich festgehalten werden, dass ihr Gebiet dadurch vielfach weiter erscheint, als es eigentlich ist, weil auch ihre Zersetzungsproducte und Tuffe in derselben Weise bezeichnet erscheinen.

Das vorliegende Kärtchen ist somit nichts anderes als eine vorläufige Skizze und soll nur den gegenwärtigen Stand unserer Erkenntnisse andeuten, die durch intensivere und detailliertere Forschung, vor allem aber durch Ausführung von systematischen Aufnahmen des Landes, die von Seite der Bulgaren ernstlich geplant werden, sicherlich und in vielen Beziehungen eine weitgehende Änderung, Vertiefung und Festigung der Auffassungen im Gefolge haben werden, was im Interesse der Wissenschaft recht bald geschehen möge.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Wie wachsen die Steine?

Von

Dr. Aristides Brezina.

Vortrag, gehalten den 27. November 1889.

Mit 19 Abbildungen im Texte.

Digitized by Google

Digitized by Google

Es ist ein Grundzug im menschlichen Charakter, mit dem Bestehenden kein Genügen zu finden. So widerstrebt uns selbst bei den scheinbar unveränderlichsten Dingen die Annahme, dass sie immer so gewesen, wir können uns das Seiende nur als ein Gewordenes denken, dessen Gestaltungsprocess wir zu erfahren begehren.

Während wir nun Pflanzen und Thiere unter unseren Augen wachsen und sich verändern sehen, erscheinen uns die Steine, die Angehörigen des dritten Naturreiches, als starr und unveränderlich. Gerade dadurch haben sie für uns etwas geheimnisvoll Anziehendes, das noch durch ihre Härte und ihre oft wunderbar reinen, leuchtenden Farben vermehrt wird, und es ist darum kein Wunder, dass ihre reinsten und farbenprächtigsten Vertreter, die Edelsteine, in unserer Wertschätzung zuweilen bis zu einer fabelhaften Höhe hinaufsteigen. Wie oft schon ein schönes Augenpaar um den Besitz oder vielmehr um das Entbehren eines edlen Juwels feucht geworden, darüber berichtet uns die Statistik allerdings nichts, wohl aber wissen wir aus der Geschichte, dass schon blutige Kriege um einen einzigen schönen Edelstein geführt worden sind.

Digitized by Google

Wie entstehen nun diese merkwürdigen Gebilde? Wachsen sie wie andere Naturkörper allmählich oder bilden sie sich plötzlich, sprungweise? Geht das Wachsthum aller Steine auf dieselbe Weise vor sich oder müssen wir ihnen verschiedene Gestaltungsprocesse zuschreiben?

Wenn ich Sie, hochverehrte Anwesende, einlade, mit mir eine Wanderung durch das geheimnisvolle Reich der Krystalle zu unternehmen, um über diese Fragen Aufschluss zu erhalten, so will ich vorweg gestehen, dass ich Ihnen nicht immer ein sicherer Führer sein kann; wir werden Gebiete betreten, die noch nicht von der Leuchte der Wissenschaft vollkommen erhellt sind und in denen wir nur tastend unseren Weg suchen können.

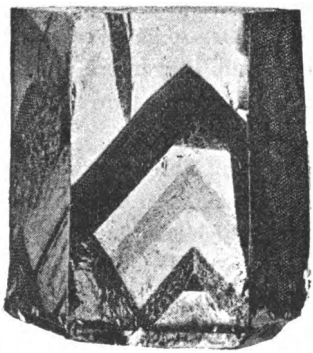


Fig. 1. Bergkrystall mit Chloriteinschluss.

Sie werden vielleicht über dieses Bekenntnis erstaunt sein. Denn in der That, in früheren Zeiten hat man keine solchen Zweifel gehegt, und in alten Naturgeschichten können Sie kurz und bündig lesen: Pflanzen und Thiere wachsen von innen, die Krystalle von außen.

Nun ist es allerdings in den meisten Fällen nicht zweifelhaft, dass der Process wenigstens im allgemeinen

Digitized by Google

in dieser Weise vor sich gegangen ist. Ich habe hier einen angeschliffenen, durchsichtigen Bergkrystall (Fig. 1), welcher in seinem Innern Wände von Chlorit zeigt; diese Wände folgen den Contouren einer am Bergkrystall sehr häufigen Form, der sechsseitigen Säule mit einer Pyramide am Ende.

Es leuchtet ein, dass sich auf dem Quarz, als er bis zu diesem inneren Umfang gewachsen war, vermöge irgend einer Veränderung der Verhältnisse die kleinen Chloritkryställchen abgesetzt hatten, wonach er wieder in seiner früheren Reinheit fortwuchs.

Dasselbe gilt von dem großen Bergkrystall von Madagaskar, den Sie hier sehen (Fig. 2); die einer oberen Pyramidenfläche parallelen Lagen von Chloriteinschlüssen zeigen deutlich, dass der Krystall durch Anlagerung von außen gewachsen, und ebenso deutlich ist dies an den seltsamen Kappenquarzen von Schlaggenwald in Böhmen, welche häufig aus drei bis vier, ja selbst bis dreißig und vierzig getrennten Schichten

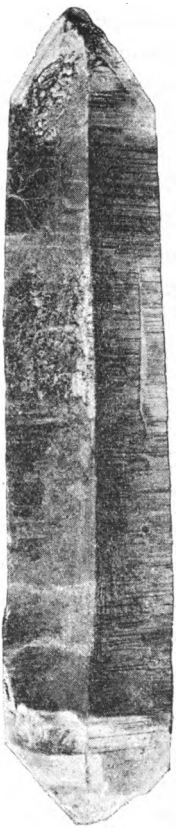


Fig. 2.
Bergkrystall von Madagaskar
in 1/3 der nat. Grösse.

Digitized by Google

bestehen. An dem hier vorliegenden Stücke (Fig. 3) lassen sich drei solche Kappen von einander abheben.

Ein wasserheller Flusspath aus Kongsberg in Norwegen hat ebenso zu einer bestimmten Zeit seines Wachsthums eine tiefblaue Schichte abgesetzt, welche durch irgend eine Veränderung der äußeren Umstände bedingt wurde; darauf ist er wieder wasserhell fortgewachsen.

Wir sind in solchen Fällen unserer Sache um so sicherer, als wir diesen Vorgang an den verschiedensten Substanzen künstlich nachahmen können.

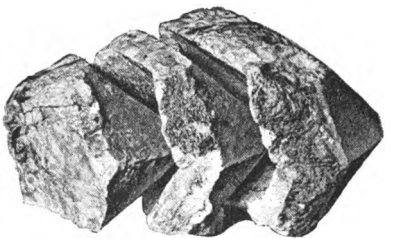


Fig. 3.
Kappenquarz von Schlaggenwald.

Löst man käuflichen Alaun in Wasser auf und lässt die Lösung in einem unverschlossenen Gefäße stehen, so verdampft nach und nach das Wasser und es setzt sich der Alaun in schönen, wasserhellen Oktaëdern ab; streut man auf die nach oben gekehrten Flächen dieser Oktaëder feinen Sand oder ähnliche Fremdkörper und lässt weiterwachsen, so setzen sich die neuen Schichten unbehindert auf den alten, sandbestreuten ab, und man kann sich auf diese Weise davon überzeugen, dass solche Krystalle durch einfache Anlagerung von außen

Digitized by Google

fortwachsen. Denselben Versuch kann man an Steinsalz und vielen anderen Substanzen machen.

Schwerer zu verstehen ist der Vorgang, wenn die Krystalle, ringsum ausgebildet, im festen Gestein eingewachsen vorkommen, wie etwa die großen Leucite in der Lava des Vesuvs, die Dodekaëder von Granat im Glimmerschiefer aus unseren Tiroler Alpen oder der Borazit im Gyps von der Lüneburger Heide.

Man kann sich hiebei nur schwer vorstellen, dass diese jetzt so festen Gesteine einstens genug Beweglichkeit der krystallisierenden Theilchen des Leucits, Granats oder Borazits zugelassen haben, um ihnen das Zusammenfügen zu einem so regelmäßigen Bau zu gestatten. Das wäre nun allerdings auch unmöglich, wenn das umgebende Gestein zur Zeit der Entstehung der Krystalle so fest gewesen wäre, als es heute ist; allein die Lava war zähflüssig, teigartig, als die Leucite darin zu wachsen anfiengen, und auch der Glimmerschiefer und der Gyps befanden sich wohl im Zustande der Plasticität, der wässerigen Erweichung, als sich darin die Krystalle ausschieden.

Dieser eigenthümliche Zustand besteht ja selbst heute noch im Innern aller Gesteine, welche unter der Erdoberfläche ganz von sogenannter Bergfeuchtigkeit durchzogen sind; erst an der Luft verflüchtigt sich das mechanisch eingeschlossene Wasser, und die früher weichen, plastischen Gesteine erhärten zu derjenigen

Digitized by Google

Consistenz, welche wir gewöhnlich an ihnen wahrnehmen.

Dass solche in Gesteinen eingewachsene Krystalle im allgemeinen ebenso durch Anlagerung der Theilchen von außen wachsen wie die in den früheren Beispielen erwähnten, sehen wir häufig an untrüglichen Kennzeichen: den Anwachsstreifen, der zonenweisen Anordnung der fremden Einschlüsse und so fort.

Ähnlich, aber doch nicht völlig gleich den aus erkaltenden Laven erstarrten Krystallen bilden sich auf schmelzflüssigem Wege regelmäßige Krystallgebilde der leicht flüssigen Metalle.

Schmilzt man beispielsweise Wismut in einem großen Tiegel und lässt die Schmelze erkalten, so bildet sich zunächst an der Oberfläche eine feste Kruste; wird in diese ein Loch gestoßen und das im Innern befindliche noch flüssige Metall ausgegossen, so erstarrt das an den Tiegelwänden haftende Wismut in großen mäanderartig gebauten Krystallen, an welchen man den Aufbau von innen nach außen häufig verfolgen kann; die Erstarrung schreitet von den der Gefäßwand anliegenden Theilen aus nach dem freien Innenraum fort; an den äußersten Krystallspitzen sieht man noch vereinzelte Schmelztröpfchen von Wismut, die offenbar nicht mehr Zeit fanden, ihre Theilchen nach ebenen Flächen zu ordnen, sondern in Tropfenform erstarrten. Die Bildungsweise dieser Wismut-

Digitized by Google

krystalle entspricht demnach derjenigen der Leucite oder Augite in den Vesuvlaven insoferne, als die Molecüle in beiden Fällen aus dem schmelzflüssigen Zustande in die krystallinische Anordnung übergegangen sind; sie unterscheiden sich jedoch dadurch von einander, dass die Wismutkrystalle aufgewachsen gebildet sind, in den freien Raum hineinragend und nur an der Wandseite festsitzend, während die Leucite und Augite allseitig von zähflüssiger Masse umgeben waren. Wir finden jedoch in den Laven auch Krystallbildungen, welche denen der geschmolzenen Metalle vollkommen analog sind. Die Laven enthalten nämlich zumeist etwas Wasserdampf, welcher sich stellenweise in Blasen sammelt; die Wandungen solcher Blasenräume bilden in der erstarrenden Lava die Ansatzfläche für Krystalle der verschiedensten Mineralien, welche als aufgewachsene Krystalle entstehen und — allerdings nur zuweilen — aus dem Schmelzflusse abgeschieden werden. Häufiger als letzteres ist nämlich der Fall, dass solche Blasenräume erst viel später, nach dem vollständigen Erkalten der Lava, auf wässerigem Wege mit Krystallen austapeziert werden. Wir kommen auf solche sogenannte Geodenbildungen noch später zurück.

Noch schwieriger wird die Sache, sobald wir das Gebiet der regelmäßigen Krystalle verlassen. Diese besitzen nämlich immer einen sehr kräftigen Gestaltungstrieb, von dessen Intensität uns der schon er-

Digitized by Google

wähnte Bergkrystall von Madagaskar eine Vorstellung gibt. Dieser Krystall ist nahezu einen Meter lang; nichtsdestoweniger sind die Krystallflächen an seiner Ober- und Unterseite einander noch immer mit erheblicher Genauigkeit parallel. Die Molecüle, aus denen dieser Krystall aufgebaut ist, haben also während seines ganzen Wachsthums die gleiche Lage beibehalten. Nun wissen wir allerdings nicht genau, wie groß die Quarzmolecüle sind, können daher auch nicht angeben, wie viele solche Molecüle auf der Strecke von einer Spitze des Krystalls bis zur andern liegen. Wir können aber wenigstens eine obere Grenze für diese Größe der Molecüle ermitteln. Wir wissen nämlich aus den Untersuchungen des Engländers C. V. Boys, dass man den Quarz in ganz enorm dünne Fäden spinnen kann, deren Durchmesser sich zwar nicht mehr messen, wohl aber auf ein Vierzigtausendstel eines Millimeters schätzen lässt. Das ist eine so enorme Feinheit, dass ein kleines Quarzwürfelchen von einem Centimeter Kantenlänge einen Faden von zwei Millionen Kilometer Länge liefern würde, lang genug, um fünfzigmal um den Äquator der Erde gewickelt zu werden.

Nehmen wir also an, dass in der Strecke eines solchen Quarzfadens nur mehr ein Molecül enthalten ist, eine Annahme, die gewiss unter der Wahrheit liegt, so liegen in unserem Madagaskarquarze vierzig Millionen Molecüle von einem Ende zum andern, und diese vierzig Millionen Molecüle sind eines dem andern so genau parallel gelagert, dass oberes und unteres

Digitized by Google

Ende des Quarzkrystalls noch keine wesentliche Abweichung der Lage zeigen. Und da gehört unser Quarz noch bei weitem nicht zu den größten bekannten Krystallen; in Amerika hat man solche des sogenannten Spodumen, eines dem Augit verwandten Minerals, gefunden, welche bis 12 Meter lang und 1 Meter breit waren.

Wo dieser starke Krystallisationstrieb fehlt oder durch äußere Umstände gehindert wurde, werden die Erscheinungen der Krystallbildung weniger ausgeprägt, und es wird schwieriger, ihren Zusammenhang zu erkennen.

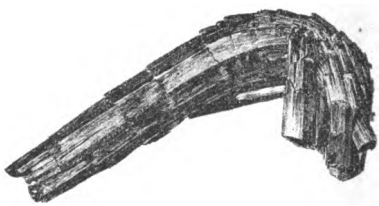


Fig. 4. Krummgewachsener Epidot von der Knappenwand.

So treten an den Krystallen zuweilen Erscheinungen auf, welche man füglich pathologische nennen könnte. Ich will nur ein Beispiel einer solchen vorführen. Der Epidot von der Knappenwand im unteren Sulzbachthale, welcher gewöhnlich in geraden, langsäulenförmigen Krystallen auftritt, ist zuweilen seiner ganzen Länge nach gekrümmt (Fig. 4), und zwar gekrümmt gewachsen, nicht etwa als fertiger gerader Krystall gebogen worden wie manche Gypse (Fig. 5), welche biegsam sind, oder wie manche im Gesteine eingewachsene Krystalle, welche durch Bewegung

Digitized by Google

desselben unter fortgesetztem Bruche deformiert wurden, wie dies sehr schön ein Beryll von Monroe zeigt. Bei dem gebogenen Wachsthum, das ausser dem Epidot noch manche andere Substanz erkennen lässt, hat offenbar eine uns noch unbekannte Ursache, vielleicht eine Strömung in der Lösungsflüssigkeit, aus der sich der Krystall ausschied, gewirkt, welche die stetige Abweichung von der Geraden hervorbrachte.

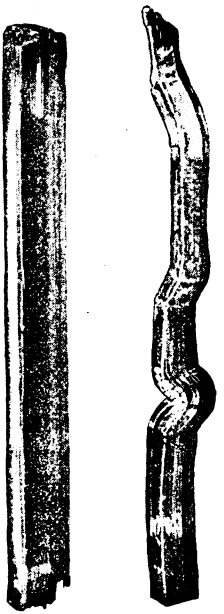


Fig. 5. Gyps, Büchig, gerader und mehrfach geknickter Krystall.

Auch der Ausheilung von während des Wachsthums zerbrochenen oder sonst beschädigten Krystallen, wie dies ebenfalls nicht selten der schon erwähnte Sulzbacher Epidot und auch andere Substanzen zeigen, sei nur beiläufig Erwähnung gethan.

Ganz eigenthümliche Wachsthumserscheinungen treten dann auf, wenn die mineralbildende Lösung, aus der sich durch Verdunsten die festen Partikel ausscheiden, in Tropfenform von oben herabsickert. Es entstehen dann die äußerst mannigfaltigen sogenannten Tropfsteingebilde, welche für sich allein eine reiche Quelle des Studiums abgeben würden.

Digitized by Google

In Tropfsteinhöhlen, wie man deren namentlich in Krain viele findet, kann man stellenweise von der Decke ganze Reihen von äußerst dünnwandigen Kalkspatröhrchen, oft bis zu einem halben Meter Länge und darüber, in großer Zahl nebeneinander herabhängen sehen.

In solchen Röhrchen, welche allemal den Beginn der Tropfsteinbildung darstellen, sind der ganzen Länge nach die Krystallmolecüle einheitlich, parallel gestellt, so dass die dem Kalkspate eigenthümlichen dreierlei Spaltungsrichtungen an allen Stellen eines solchen Röhrchens gleichgerichtet sind. Die Bildung dieser Röhrchen haben wir uns in folgender Weise zu denken. Das Sinterwasser enthält freie Kohlensäure, vermöge welcher es bei weitem größere Mengen von kohlensaurem Kalke aufgelöst halten kann als gewöhnliches, kohlensäurefreies Wasser. Sickert ein Tropfen solcher Kalklösung aus einer Öffnung in der Decke oder in irgend einer nahezu horizontalen Kalkfläche hervor, so fließt er nicht ab wie an einer verticalen oder schiefstehenden Wand, sondern bleibt hängen; dabei entweicht die Kohlensäure an seiner Oberfläche, der größte Theil des gelösten kohlensauren Kalkes verliert die Möglichkeit, gelöst zu bleiben und muss sich in fester Form abscheiden; und zwar beginnt dieser Kalkabsatz dort, wo der Tropfen mit bereits festem kohlensauren Kalk in Berührung ist, also oben an der Wandöffnung, weil die schon vorhandenen festen Kalktheilchen als Kern, als sogenannter Nucleus für

Digitized by Google

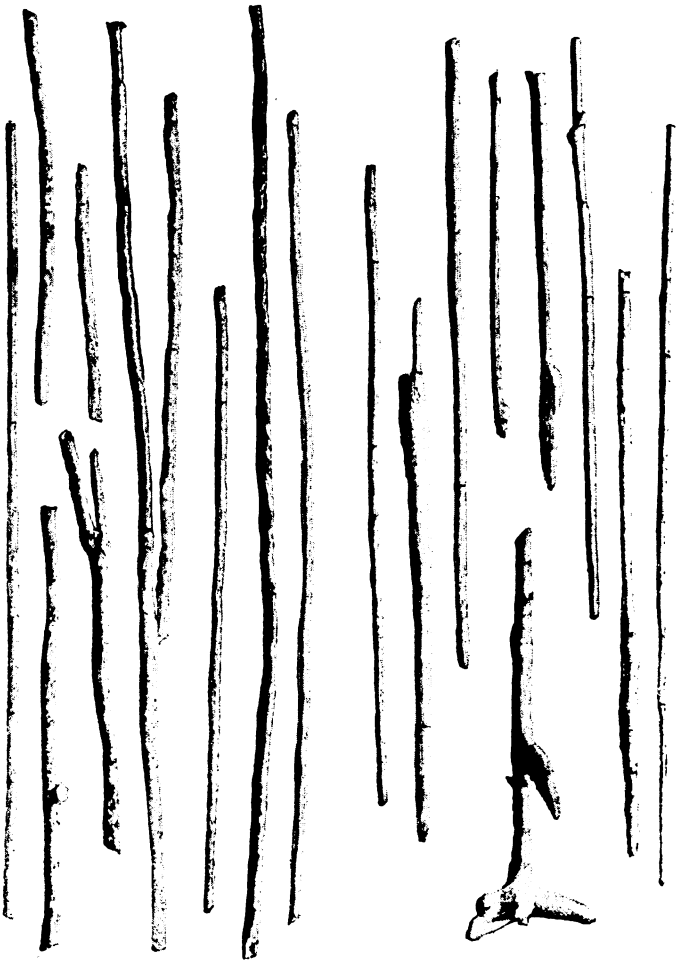


Fig. 6. Stalactitische Calcitröhrchen
aus der Graf Falkenhayn- und Lettenmayerhöhle.

Digitized by Google

die Krystallisation dienen; die Krystallbildung schreitet nach unten vor und nach Maßgabe des Heraussickerns neuer Kalklösung durch das neugebildete Kalkröhrchen wächst dieses Röhrchen an seinem unteren freien Ende weiter, indem sich neue Kalkspattheilchen an die früheren immer in parallel orientierter Lagerung ansetzen.

Fig. 7.

Diese Röhrchen zeigen allerlei Eigenthümlichkeiten: Zusammenwachsen zweier solcher etwas von der Verticalen abgebogenen Röhrchen, welche dann vereinigt weiterwachsen, Zuwachsen an der unteren Öffnung und dadurch bedingte Bildung von seitlich angesetzten Säcken und viele andere Erscheinungen, auf welche hier nicht weiter eingegangen werden kann. (Fig. 6 und 7.)

Ganz ähnliche Röhrchen beobachten wir auch in Opalgruben, z. B. an dem bekannten Opalfundorte Cservenicza in Oberungarn; der Opal bildet sich in ganz analoger Weise wie der Kalksinter durch Verdampfen von

Digitized by Google

Fig. 8.
Calcitstalaktit, eingerollter Schleier.

Wasser, das Kieselsäure aus dem Gestein aufgelöst hatte, nur mit dem Unterschiede, dass sich der Opal nicht krystallinisch, sondern gestaltlos, amorph, abscheidet; allerdings bedingt dieser Unterschied eine ganz eigenthümliche Erscheinung, welche an Sinterröhrchen aus krystallisierbaren Substanzen nicht beobachtet wird. Die amorphen Körper (wie Kieselgallerte, die meisten Harze u. s. w.) wachsen nämlich nicht wie die Krystalle durch fortgesetzte Aneinanderlagerung einzelner fester Theilchen aus der Lösung, sondern durch allmähliche Verdickung der ganzen Lösung, welche nur an ihrer Oberfläche eine Haut von wesentlich festerer Consistenz zu zeigen pflegt; dadurch kommt es, dass ein solcher Sintertropfen aus amorpher Substanz, zum Beispiel aus Opal, oft die erstaunliche Länge von mehr als einem halben Meter bei einem Durchmesser von nur einem halben Centimeter erlangt, trotzdem er scheinbar seiner ganzen Länge nach durchaus flüssig ist; ich sage scheinbar, indem ein solcher langer Tropfen wenigstens im ersten Stadium seiner Bildung bei Berührung zwar vollkommen zerfließt, trotzdem aber bereits eine, wenn

Digitized by Google

auch nur äußerst zarte Oberflächenhaut besitzt; denn an der Oberfläche verdunstet das Lösungsmittel, die Lösung concentriert sich, es entsteht eine Haut, die nach und nach ihrer ganzen Länge nach gleichzeitig zu einer festen Hülle wird; aus dem langen Tropfen wird ein cylindrisches Röhrchen, das man schließlich so wie ein Kalksinterröhrchen mit einer gewissen Vorsicht von der Decke abbrechen und aufbewahren kann.

Eine ganze Reihe complicierter Erscheinungen schließt sich an die Röhrchenbildung an. Das Röhrchen kann von außen allseitig berieselt werden, es verdickt sich zu einem meist nach unten konisch verjüngten Zapfen, einem sogenannten Stalaktit, welcher immer an dem mehr oder weniger deutlich erhaltenen ursprünglichen Röhrchen kennbar bleibt. Das nach unten abtropfende Wasser bildet auf dem Boden der Höhle zuerst ein kleines Knöpfchen mit flacher Kuppe, sodann einen oben abgerundeten, zuweilen zu ansehnlicher Länge heranwachsenden Zapfen, einen

Fig. 9.
Gehackter Stalagmit.

Digitized by Google

Stalagmit. Tropft das Wasser längs einer Spalte herab, so entsteht aus dem Röhrchen ein sogenannter Schleier, welcher zumeist in einer Ebene liegt, zuweilen jedoch auch eine Flächenkrümmung zeigt, die bis zur Bildung

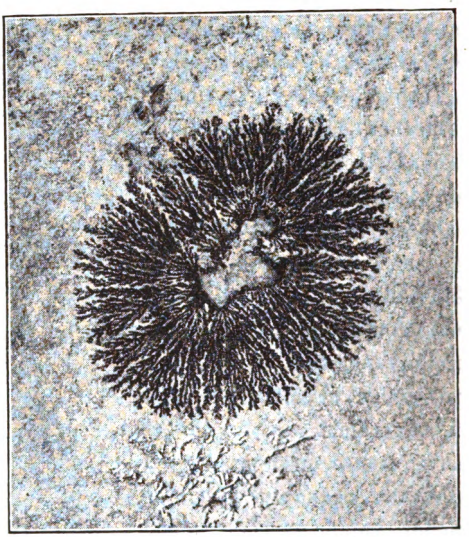


Fig. 10. Dendrit in Solenhofener Kalkmergel.

einer eingerollten Düte gehen kann, wie ein ausgezeichnetes Exemplar (Fig. 8) unserer schon mehrfach erwähnten Sammlung von Sinterbildungen zeigt.

Erfolgt die Stalaktiten- oder Stalagmitenbildung in scharfem Luftzuge, so entstehen eigenthümlich gehackte Bildungen (Fig. 9).

Digitized by Google

Dazu kommen noch vielfach andere Complicationen, welche man insbesondere in den Kalksinterhöhlen in reicher Mannigfaltigkeit studieren kann: es kann die Höhle mit den Tropfsteingebilden unter Wasser gesetzt

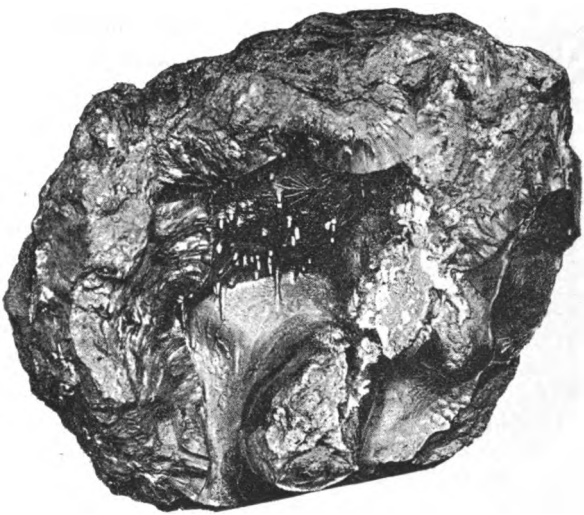


Fig. 11.
Dendriten und Tropfsteinansätze von Psilomelan.

werden oder verschlammen, dann wieder trocken gelegt werden; das Niveau des Wassers in der Höhle kann steigen und die Stalaktiten theilweise oder ganz inundieren und so fort; alle diese Complicationen kann ich hier nicht weiter verfolgen, wer sich dafür interessiert, den verweise ich auf den Kasten mit Sinter-

Digitized by Google

bildungen im ersten Saale unseres naturhistorischen Hofmuseums.

Ich will nur anfügen, dass auch die sogenannten Dendritenbildungen den Tropfsteingebilden ganz analog sind; sie sind gleich den Tropfsteinbildungen Absätze fester Substanz, die in einer Flüssigkeit gelöst war und durch das Verdampfen dieser letzteren abgesetzt wurde; man nennt solche Absätze Dendriten (Fig. 10), wenn sie baum- oder staudenförmig verzweigte Gebilde am Gestein darstellen; das aber ist dann der Fall, wenn die Lösung längs einer Fläche adhärierend fortläuft oder auf einer Spalte absickert, während die Tropfsteingebilde durch die frei fallenden Tropfen erzeugt werden. Zuweilen sieht man beide Erscheinungen vereinigt, indem eine Lösung zuerst an einer steilen Wand abgesickert und dann, an einer

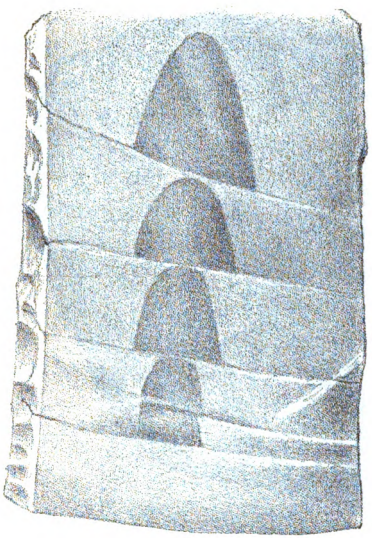


Fig. 12.
Infiltrationsfigur mit Verwerfungen.
Solenhofener Mergel.

Digitized by Google

flachen, nahezu horizontalen Stelle angelangt, abgetropft ist, wie das besonders schön an einem Stücke Psilomelan (Fig. 11) aus unserem Hofmuseum zu sehen ist.

Schließlich wären hier noch die eigenthümlichen, mit den Dendriten zuweilen verbundenen, zuweilen aber gesondert erscheinenden Infiltrations - Figuren, insbesondere Infiltrationskreise, beziehungsweise Infiltrationskegel zu erwähnen, welche sowie die Dendriten durch Ausbreitung einer Lösung von Metallsalz im Gestein entstehen, sich aber von jenen dadurch unterscheiden, dass die Ausbreitung bei ihnen nicht auf vorhandenen Spalten, sondern durch die Poren des Gesteins erfolgt. Wir sehen nebenstehend (Fig. 12) ein ganz eigenthümliches derartiges Stück aus dem lithographischen Schiefer von Solenhofen, welches von fünf Verwerfungsspalten durchsetzt ist; der Kegel setzt jenseits der Spalte mit kleinerem Querschnitt ein, verbreitet sich wieder, bis

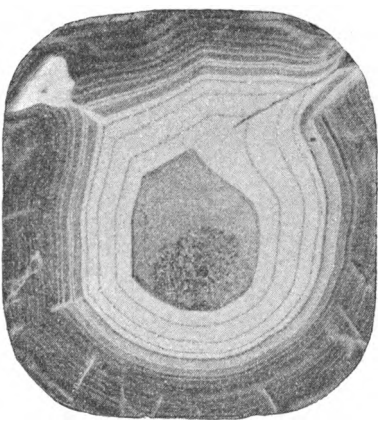


Fig. 13. Geschlossene Achatgeode mit zwei Infiltrationskanälen.

Digitized by Google

er an eine zweite Spalte kommt, jenseits derselben wiederholt sich derselbe Vorgang und so fort.

Wir wollen nun einen weiteren Schritt in unserem Gebiet machen, der uns allerdings auch noch weiter vom gebahnten Wege abführt. Wir wollen uns zu der Entstehungsgeschichte der Mineralien in Drusenräumen und auf Gängen wenden.

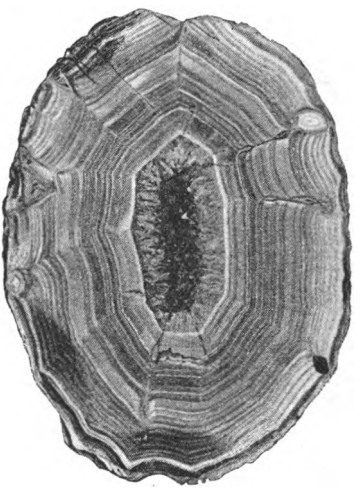


Fig. 14. Offene Achatgeode mit zahlreichen Infiltrationskanälen.

Wir haben schon erwähnt, dass in eruptiven, mit den Laven verwandten Gesteinen häufig Hohlräume von zumeist birnähnlicher oder auch complicierter Form gefunden werden, welche dem Vorhandensein von Gasblasen in dem einst zähflüssig gewesenen Gesteine zuzuschreiben sind. Solche Hohlräume oder Geoden sind später häufig der Sitz von Mineralbildungen (Mandelsteinbildungen) geworden, über deren Entstehungsgeschichte wir noch in vielen Fällen im Dunkeln sind.

Digitized by Google

Zu den häufigsten und bekanntesten derlei Mandelbildungen oder Geoden gehören die Quarz-, insbesondere Achat- oder Chalcedongeoden, bei denen wir einen Augenblick verweilen wollen.

Solche Geoden zeigen gewöhnlich gegen das Gestein zu eine größere oder geringere Anzahl concentrischer Schichten, im Innern häufig eine verworrene

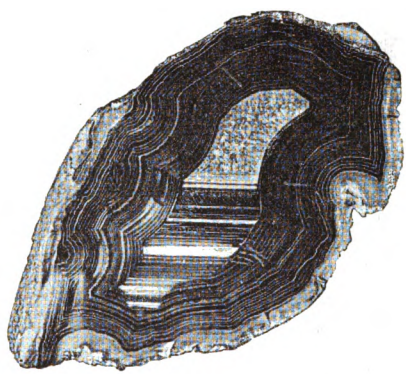


Fig. 15. Achatgeode mit Niveau.
Uruguay.

Krystallisation oder einen Hohlraum. An einer oder mehreren Stellen ist die concentrische Schichtenreihe gegen das umgebende Gestein zu unterbrochen und zeigt einen entweder hohlen oder mit Quarzmasse erfüllten Kanal, von dem aus offenbar die Infiltration der Geodenfüllmasse in den Blasenraum (Fig. 13 und 14) erfolgt ist.

Digitized by Google

Während nun die Quarzgeoden von deutschen und französischen Fundorten nur die concentrischen Schichten mit oder ohne verworrene Krystallisation im Innern zeigen (Fig. 13 und 14), besitzen andere, und zwar insbesondere die Brasilianer, Uruguayer und englischen Vorkommnisse zwar im oberen Theile der Mandel die concentrischen Schichten wie die vorigen, im unteren Theile der Geode jedoch eine Reihe horizontaler Schichten (Fig. 15).

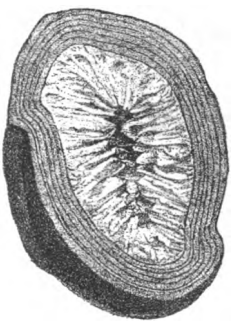


Fig. 16. Achatgeode mit Verwerfung.

Wie ist nun die Entstehung dieser Gebilde überhaupt und der letzterwähnten Eigenthümlichkeit im besonderen zu erklären?

Gewiss ist, dass die Geodenfüllung von späterer Entstehung ist als der sie beherbergende Blasenraum. Hiefür spricht vor allem der Umstand, dass die Umgrenzung der Mandel zuweilen eine Verwerfung, Verschiebung nach einer Spalte erkennen lässt, während die concentrischen Schichten nicht mitverschoben sind, sondern in ausgleichenden Linien folgen (Fig. 16). Ebenso geht dies aus dem Vorhandensein des Speisecanales hervor, aus welchem die Zufuhr des Füllmateriales erfolgte.

Das Vorkommen der Geoden mit Niveau deutet nun unzweifelhaft auf das Vorhandensein einer Flüssig-

Digitized by Google

keit hin; ob im Gegensatze hiezu die nichthorizontale Wandauskleidung auf das Einströmen von Dämpfen bezogen werden muss, ist eine noch offene Frage. Es würde dafür der Umstand sprechen, dass, wie schon erwähnt, die horizontalen Schichten sich nur an be-

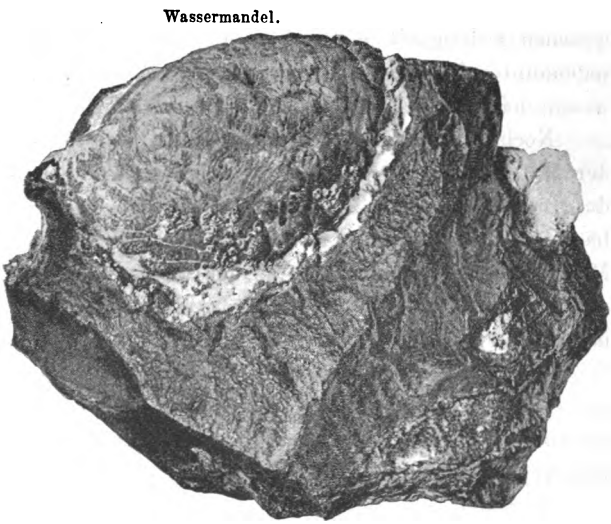


Fig. 17. Enhydros (Wasserstein). Uruguay.

stimmten Vorkommnissen, nämlich den südamerikanischen und englischen finden; man könnte sich ohneweiters vorstellen, dass das Neben- und Nacheinandervorkommen von flüssiger und dampfförmiger Füllmasse an bestimmte örtliche Bedingungen gebunden ist; allerdings ist andererseits auch die Möglichkeit nicht aus-

Digitized by Google

geschlossen, dass die einströmende Flüssigkeit sich zunächst immer längs der Geodenwandungen ausgebreitet hat und dass nur ein gewisser Überschuss sodann sich am Boden der Mandel gesammelt und eine horizontale Schicht abgesetzt habe.

Zuweilen sind uns die Reste der vorhanden gewesenen Flüssigkeit noch erhalten geblieben, in den sogenannten Wassersteinen oder Enhydros (Fig. 17), welche häufig noch eine bewegliche Libelle enthalten.

Noch dunkler als die Frage nach der Entstehung der Mandelsteine ist für uns diejenige nach der Bildung der Mineralien auf Gängen; wir wissen, dass häufig ein reinwässeriger Weg für den Absatz der Mineralien anzunehmen ist, während in anderen Fällen die Wahl zwischen wässeriger, schmelzflüssiger oder dampfförmiger Infiltration offen steht.

Ich will nun den Boden dieser Betrachtungen verlassen und mich wieder zu unserem Ausgangspunkte, den Krystallen, zurückwenden.

Wir sind ausgegangen von dem Gegensatze zwischen Krystall einerseits, Pflanze und Thier andererseits, wonach der Krystall von außen, Pflanze und Thier von innen wachsen.

Unsere bisherigen Betrachtungen über das Wachsthum der Krystalle und Mineralien haben dieser althergebrachten Annahme nicht widersprochen.

Es gibt aber eine Classe von Krystallen, für welche diese Annahme nicht mehr gilt.

Digitized by Google

Die Botaniker haben seit langer Zeit in gewissen pflanzlichen Geweben, insbesondere in den Samen der Paranuss, in der Kartoffel, dem Ricinussamen, in einigen thierischen Geweben etc. Krystalle von äußerst merkwürdigen Eigenschaften beobachtet und sie zum Unterschiede von den gewöhnlichen Krystallen Krystalloide genannt. Dieselben stimmen in ihrer äußeren Form und in ihren optischen Eigenschaften mit den normalen Krystallen überein, weichen aber von ihnen durch eine gewisse Oberflächenspannung, eine größere Consistenz der äußersten Schichte gegenüber dem Innern ab. Die Krystalloide haben ferner die Eigenthümlichkeit, verschiedene Flüssigkeiten in sich aufzunehmen und dabei unter Bewahrung ihrer Form um ein Vielfaches ihres früheren Volumens aufzuquellen. Die Aufnahme der Flüssigkeit geschieht durch sogenannte Intussusception; ein jedes Krystallpartikelchen umgibt sich mit einer Flüssigkeitshülle und drängt dadurch seine Nachbarpartikeln von sich weg.

Hier haben wir also Krystalle, welche vollständig die Eigenschaften pflanzlicher Zellen besitzen, indem sie nicht durch Anlagerung von außen, sondern von innen wachsen; sie stellen den Übergang zwischen Krystall und Pflanze dar.

Ein solcher Krystall zeigt gewisse Eigenschaften der Gesteine, indem er nicht einfach, sondern aus heterogenen Bestandtheilen, nämlich seiner ursprünglichen Substanz und der aufgenommenen Quellflüssigkeit besteht; allerdings sind diese Theile gesetzmäßig ange-

Digitized by Google

ordnet, was bei den Gesteinen nicht der Fall. Auch mit gewissen chemisch veränderten Krystallen haben die Krystalloide Ähnlichkeit. Es kommt nämlich sehr häufig vor, dass Krystalle unter dem Einflusse zersetzender Agentien, wie Feuchtigkeit, zusickernden Lösungen anderer Mineralien und dergleichen nicht einfach zerfallen oder aufgelöst werden, sondern so langsam, Theilchen für Theilchen, umgewandelt werden, dass sie ihre ursprüngliche äußere Form vollständig beibehalten (die sogenannten Pseudomorphosen); zuweilen, obwohl nur ausnahmsweise, bleibt sogar an der Oberfläche die ursprüngliche Substanz ganz oder theilweise unverändert, so dass wir gewissermaßen das Vorhandensein einer Oberflächenspannung des ursprünglichen Krystalles annehmen müssen; doch sind das nur entfernte Analogien mit den Krystalloiden, die ich nur zu dem Zwecke anführe, um die ganz ungewöhnlichen Eigenschaften dieser abnormen Körper etwas näher zu rücken.

Die Krystalloide sind aber nicht die einzigen Körper, welche einen Übergang zwischen Krystall und Pflanze darstellen.

Im Jahre 1866 hat Moriz Traube in Breslau beobachtet, dass gewisse Salze, z. B. Kupferchlorid und gelbes Blutlaugensalz, so aufeinander einwirken, dass durch Wechselzersetzung sich neue Salze in Form von organisierten Gebilden, Zellen, Röhrchen u. s. w. ab-

Digitized by Google

setzen, eine Beobachtung, welche in neuerer Zeit von Monnier und Vogt an einer ganzen Reihe von Substanzen — darunter auch solchen von vollkommen anorganischer Natur wie Natriumbicarbonat und Kalksulfat — wiederholt worden ist.

Der Versuch Traube's lässt sich leicht in folgender Weise anstellen: Gießt man in eine flache Krystallisierschale etwa $^1/_2$ bis $^3/_4$ Liter einer vierpercentigen, also ziemlich verdünnten Lösung von gelbem Blutlaugensalz (Ferrocyankalium) in Wasser und bringt an den Boden des Gefäßes etwa einen Cubikcentimeter Kupferchlorid in kleinen Kryställchen, welche als dichtes Haufwerk beisammen liegen müssen, so lösen sich zunächst die mit der Flüssigkeit in Berührung befindlichen Kryställchen auf, ihre Lösung gibt jedoch sofort durch Wechselzersetzung mit der Blutlaugensalzlösung einen rothbraunen Niederschlag von Ferrocyankupfer, während Chlorkalium in Lösung bleibt. Dieser Niederschlag bildet eine Membran um das Kupferchlorid, durch welche letzteres zunächst von der weiteren directen Berührung mit der außen befindlichen Blutlaugensalzlösung abgehalten wird. Nun beginnt durch die Membran hindurch aus der außen befindlichen Blutlaugensalzlösung Wasser (nicht die Blutlaugensalzlösung selbst) zum Kupferchlorid hineinzudiffundieren, dadurch kann sich wieder etwas Kupferchlorid auflösen — was man deutlich daran sieht, dass innerhalb der rothbraunen Membran sich grüne Flüssigkeitsanhäufungen bilden — die Membran wird durch die

Digitized by Google

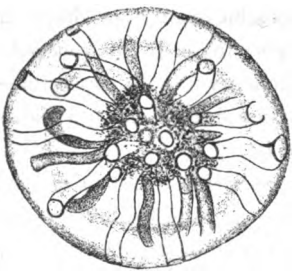


Fig. 18. Anorganische Zellen von kohlensaurem Kalk, aus Wechselzersetzung von kohlensaurem Natron und zuckersaurem Kalk.

Volumsvermehrung der inneren Partien an mehreren Stellen sackförmig ausgedehnt, platzt auch wohl stellenweise und es schießt ein grüner Strom von wässeriger Kupferchloridlösung in die gelbe Blutlaugensalzlösung hinaus, wo sich erstere sofort wieder durch Wechselzersetzung mit einer rothbraunen Haut umgibt. Auf diese Weise entsteht ein

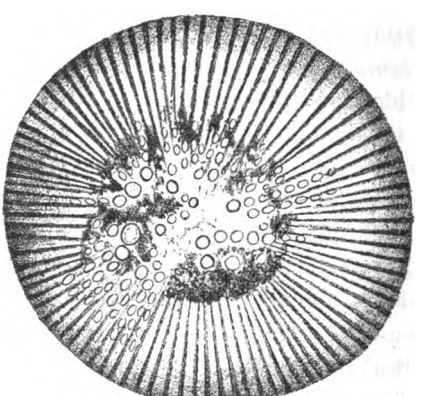


Fig. 19. Anorganische Zellen von kohlensaurem Kalk, aus Wechselzersetzung von kohlensaurem Ammon und schwefelsaurem Kalk.

Digitized by Google

Centralkörper mit vielen, bis 4 oder 5 Centimeter langen Schläuchen, ein Organismus, der, obwohl unorganischer Entstehung, doch vollkommen die Structur einer organisierten Substanz, eines pflanzlichen Körpers, besitzt.

In ganz gleicher Weise lassen sich mit vielen anderen Combinationen anorganischer Salze, z. B. von Alkalicarbonaten mit schwefelsaurem Kalk oder von Alkalisilicaten mit Sulfaten von Basen der Eisen- und Magnesiagruppen derartige, wenn man so sagen darf, anorganische Organismen erzeugen. Fig. 18 und 19 zeigen zwei solche Gebilde.

Wir können uns ohne Schwierigkeit vorstellen, dass ein solcher aus anorganischer Substanz entstandener Organismus unter günstigen Umständen die Eigenschaft einer längeren Dauer, ja sogar der Reproductionsfähigkeit besitzen konnte; damit ist die Erzeugung von Organismen aus anorganischer Materie durch irgend welche zufällige Constellationen unserem Verständnisse soweit näher gerückt, dass wir den Traum der Alchymisten, ein organisches Wesen — wenn auch nicht gleich einen Homunculus — in der Retorte hervorzubringen, nicht mehr als eine absolute Chimäre zu betrachten brauchen.

Digitized by Google

Digitized by Google

Ein Capitel

aus der

Nahrungsmittellehre.

Von

Prof. Dr. Ernst Ludwig.

Vortrag, gehalten den 8. Jänner 1890.

Digitized by Google

Digitized by Google

Die Aufgabe der Ernährung besteht im wesentlichen darin, dem Organismus jene Stoffe zuzuführen, welche derselbe zum Aufbaue, zum Ersatz der durch den Lebensprocess abgenützten Theile und als Kraftquelle, respective zur Wärmeproduction braucht. Es ist leicht einzusehen, dass wir die Absicht, den Körper richtig zu ernähren, nur dann erreichen werden, wenn die zugeführte Nahrung qualitativ und quantitativ entspricht, wenn ihre Menge ausreicht, wenn sie alle Bestandtheile einer vollständigen Nahrung von tadelloser Beschaffenheit enthält und frei ist von solchen Stoffen, die den Organismus schädigen können. Der Bestand und das Leben des Organismus sind an diese Bedingungen geknüpft; der Genuss von schlecht beschaffenen Nahrungsmitteln vereitelt nicht nur den beabsichtigten Zweck der Ernährung, er kann auch schwere Störungen der Gesundheit verursachen, das Leben bedrohen, ja vernichten.

Nahrungsmittel können auf verschiedene Art gesundheitsschädlich werden, mit und ohne Zuthun der Menschen.

Durch gewisse Zersetzungsprocesse, wie Fäulnis, Verschimmeln, welche die in den Nahrungsmitteln

Digitized by Google

enthaltenen Stoffe erleiden, entstehen giftige Substanzen, die ebenso, wie manche in den Nahrungsmitteln bisweilen angesiedelte Parasiten, die Ursache von Erkrankungen sein können. So zum Beispiel gehören verfaultes Fleisch, verschimmeltes Brod, verschimmelte Früchte, Trichinen oder Finnen enthaltendes Fleisch zu den schädlichen Nahrungsmitteln.

Sehr häufig werden aber an sich gute, tadellose Nahrungsmittel erst durch Zuthun der Menschen schädlich gemacht, und zwar durch Fälschung oder sogenannte „Zurichtung", welche zumeist der Gewinnsucht entspringt.

Die Verfälschung von Nahrungs- und Genussmitteln datiert wohl schon von lange her, doch hat sie in der letzten Zeit sehr bedeutende Dimensionen angenommen. Gewinnsüchtige, gewissenlose Fälscher haben die Fortschritte der Naturwissenschaften ausgebeutet und ihr Geschäft mit Raffinement, oft auch mit beispielloser Frechheit in Scene gesetzt.

Alle Arten von Nahrungs- und Genussmitteln, bei denen sich überhaupt eine Fälschung anbringen lässt, sind in den Bereich dieser unlauteren Thätigkeit einbezogen worden. Vor kurzem sind sogar Maschinen zur Herstellung künstlicher Kaffeebohnen construiert worden, und solche Kaffeebohnen, welche aus geröstetem Getreidemehl oder aus Weizenkleie und einem Bindemittel, wie zum Beispiel Dextringummi, gemacht sind, haben bereits ihren Weg in den Handel genommen.

Digitized by Google

Dr. Stutzer in Bonn schreibt, dass in Köln zwei Fabriken existieren, welche die nöthigen Auspressmaschinen mit gravierten Prägeformen, Teigwalzmaschine, die erforderlichen Röstapparate, Polierapparate, Recepte und Informationen für den Preis von 3600 Mark liefern. Die Prägemaschine kann nach brieflicher Mittheilung der einen Firma 10 bis 12 Centner künstlicher Kaffeebohnen täglich auspressen. Die Herstellung eines Centners, einschließlich sämmtlicher Unkosten, soll 20 Mark kosten, und es wird in Aussicht gestellt, dass der Artikel eine goldene Zukunft verspricht, man möge indessen — so heißt es in dem Briefe — das Vermischen des Kunstkaffees mit echten gebrannten Kaffeebohnen vorzugsweise in solchen Ländern vornehmen, in denen die Nahrungsmittelgesetze nicht so streng seien wie in Deutschland. Es sei möglich, durch Verkauf von Kunstkaffee dort in wenigen Jahren ein steinreicher Mann zu werden.

Dr. Stutzer hat sich mit den erwähnten Maschinen hergestellte künstliche Kaffeebohnen verschafft, er theilt mit, dass dieselben sehr gut nachgemacht sind und dass es großer Aufmerksamkeit bedarf, um in einem Gemisch von echten und künstlichen Kaffeebohnen die letzteren schnell herauszufinden; sie unterscheiden sich von den echten namentlich dadurch, dass die Vertiefung auf der inneren Seite der Bohnen zu gleichmäßig hergestellt ist und dass dort die Überreste der Pergamenthaut fehlen.

Digitized by Google

Wenn es in diesem Falle möglich ist, durch genaues Ansehen die Fälschung zu constatieren, so gelingt dies in der Mehrzahl der Fälle von Nahrungsmittelfälschungen nicht auf so einfache Weise, es muss dies vielmehr zumeist auf dem Wege chemischer oder mikroskopischer Untersuchung geschehen.

Durch das bloße Ansehen lässt sich nicht erkennen, ob eine Milch mit Wasser verdünnt oder mit verschiedenen Zusätzen versetzt ist, ob Weizenmehl mit einem minderwertigen Mehl vermischt ist, ob ein Rothwein künstlich gefärbt ist, ob einer Butter Sparbutter oder ein anderes Fett zugesetzt ist u. dgl. m.

Bei dem großen Umfange, welchen die Fälschung der Nahrungsmittel angenommen hat, wäre die Menschheit sicher arg zu Schaden gekommen, wenn sich dieses Treiben unentdeckt und ungestört hätte fortentwickeln können; allein die öffentliche Gesundheitspflege hat in richtiger Würdigung der großen Bedeutung, welche der zweckmäßigen Ernährung der Menschen zukommt, mit allen von den Naturwissenschaften gebotenen Hilfsmitteln den Kampf gegen die Fälscher aufgenommen und führt ihn nun mit dem besten Erfolge fort. An der Hand zumeist chemischer und mikroskopischer Untersuchungsmethoden sind selbst die raffiniertesten Fälschungen aufgedeckt worden, worauf ihre Urheber zur Verantwortung gezogen werden konnten.

Gerade in der letzten Zeit ist das Capitel der Nahrungsmittellehre von Chemikern und Mikroskopikern sehr begünstigt und bis in die kleinsten Details

Digitized by Google

ausgearbeitet worden, viele Forscher haben diesem Wissenszweige ihre ganze Thätigkeit ungeschmälert gewidmet, es sind eigene Zeitschriften entstanden, welche für die Verbreitung aller Fortschritte auf diesem Gebiete sorgen; öffentliche und private Institute wurden errichtet, deren Aufgabe einzig die Prüfung der Nahrungs- und Genussmittel ist. Es fehlt also an den Mitteln nicht, die Fälscher zu entlarven und allmählich ganz unschädlich zu machen, respective auszurotten, allein diese Mittel werden leider nicht so ausgiebig benützt, als dies wünschenswert wäre.

Ich kann nicht entfernt daran denken, alle bisher bekannt gewordenen Nahrungsmittelfälschungen und die Mittel, durch welche sie nachgewiesen werden, zu behandeln, da der zugemessene Raum hiefür viel zu klein ist; ich muss mich vielmehr damit begnügen, an einigen bekannten Beispielen die Bedeutung der ganzen Angelegenheit zu erläutern.

Die Salicylsäure, welche sich in einigen Pflanzen in der Natur findet, hat, obwohl den Chemikern längst bekannt, in früherer Zeit keinerlei ausgedehnte Verwendung gefunden, es war schwer, größere Mengen davon zu beschaffen, der hohe Preis ließ nicht einmal ausgedehntere Studien über diesen Körper zu. Seitdem aber Kolbe gelehrt hat, die Salicylsäure künstlich herzustellen und in ihr ein sehr wirksames, die Gährung und Fäulnis hemmendes Mittel erkannt hat, wird sie im Großen fabriksmäßig dargestellt und ist ein ganz wohlfeiles Präparat geworden, dessen ausgedehnter

Digitized by Google

Anwendung von dieser Seite kein Hindernis mehr im Wege steht. Kolbe, der auf Grund von Versuchen, die er an sich selbst angestellt hatte, zur Überzeugung kam, dass ein gesunder Mensch täglich 1 bis 1·5 Gramm Salicylsäure einnehmen könne, ohne üble Nachwirkung zu verspüren, empfahl die Salicylsäure zur Conservierung von Nahrungs- und Genussmitteln, und diese Empfehlung fiel bei den Producenten, namentlich bei den Bier- und Weinfabrikanten, auf fruchtbaren Boden. Bier, Wein, mit Zucker eingekochte Früchte und vieles andere wurden fleißig mit Salicylsäure zum Schutz gegen das Verderben versetzt; die Salicylsäurefabrication florierte, und man war von der Unschädlichkeit dieser Substanz allgemein so durchdrungen, dass niemand daran dachte, es könnte doch der Genuss größerer Quantitäten salicylierter Getränke oder größerer Quantitäten mit Salicylsäure conservierten Dunstobstes ein oder dem andern Individuum gefährlich werden. Nicht nur Fabrikanten verwendeten die Salicylsäure, nein, auch in die Haushaltungen hatte sie bald ihren Weg gefunden, und die Köchinnen verwendeten sie sehr gern bei der Herstellung von Gemüseconserven, Dunstobst u. dgl., weil sie dadurch nicht nur eine Ersparnis an Zucker erzielten, sondern die Einsiedearbeit mit viel weniger Aufmerksamkeit und Reinlichkeit vornehmen konnten, ohne Verderben befürchten zu müssen.

Welche Ausbreitung die Verwendung von Salicylsäure als Conservierungsmittel bei uns erlangt hat,

Digitized by Google

können wir einer Mittheilung des Herrn Professor Dr. F. Kratschmer entnehmen. Er hat 250 Proben von sogenanntem Dunstobst, welche aus verschiedenen Verkaufslocalen in Wien stammten, auf Salicylsäure untersucht und in einem Drittel dieser Proben dieselbe auch aufgefunden, und zwar enthielt der Inhalt eines circa 300 Gramm fassenden Glases $^1/_2$ Gramm und selbst mehr Salicylsäure. Manche Fabrikanten setzen nur gewissen Sorten von Dunstobst, welche sich schlecht halten, Salicylsäure zu, andere dagegen versetzen ihr sämmtliches Fabrikat ohne Ausnahme damit und sind der Meinung, dieser Zusatz könne ja nichts schaden und er schütze doch sicher ihr Fabrikat vor Gährung und Schimmel.

Die Salicylsäure wurde bald nach der Entdeckung ihrer künstlichen Darstellung dem Arzneischatze einverleibt, man hat an ihr zweifellos ein sehr wertvolles Arzneimittel gewonnen. Durch die medicinische Verwendung war aber auch reichlich Gelegenheit geboten, die Wirkungen dieser Substanz auf den menschlichen Organismus genau kennen zu lernen, was von Kolbe doch nur einseitig und oberflächlich geschehen war. Es zeigte sich bald, dass große Gaben von Salicylsäure Vergiftungserscheinungen hervorrufen, und dass bei fortgesetztem innerlichen Gebrauche selbst kleinere Mengen oft recht unangenehme Neben- und Nachwirkungen, wie zum Beispiel Störungen in den Functionen des Magens auftreten. Verschiedene Individuen zeigen diesbezüglich eine verschiedene Empfindlichkeit; die

Digitized by Google

einen vertragen größere Dosen von Salicylsäure ohne Störungen, während andere schon durch weit geringere Mengen arg mitgenommen werden. Die beobachteten schweren Vergiftungserscheinungen werden meistens auf unreine Präparate zurückgeführt, deren Verunreinigungen, die nicht näher definierbar sind, die heftigen Wirkungen zukommen.

Nach solchen Erfahrungen warnten die Ärzte vor dem allgemeinen leichtfertigen Gebrauche der Salicylsäure bei der Darstellung von Nahrungsmitteln, allein diese Warnungen verhallten fast ungehört. Die Fabrikanten hatten die conservierenden Eigenschaften der Salicylsäure bereits so in ihren Calcul einbezogen, dass sie von derselben nicht mehr so ohneweiters lassen wollten; war es doch dem Brauer und Weinproducenten nun so leicht gemacht, misslungene, verdorbene oder absichtlich in geringerer Qualität hergestellte Erzeugnisse haltbar zu machen oder wieder herzurichten und mit Vortheil zu verkaufen. Unter diesen Umständen war wohl nicht zu erwarten, dass die Nahrungsmittelproducenten freiwillig die Verwendung der Salicylsäure aufgeben würden, dazu mussten sie vielmehr durch gesetzliche Verfügungen gezwungen werden. Es wurde der Salicylsäurefrage in verschiedenen Staaten erhöhte Aufmerksamkeit zugewendet und dieselbe im Schoße competenter Körperschaften reiflich berathen, namentlich hat man sich in Paris sehr eingehend damit beschäftigt; verschiedene medicinische Fachmänner haben Studien über die Wirkung der

Digitized by Google

Salicylsäure angestellt und über die Resultate derselben dem Pariser Gesundheitsrathe Berichte vorgelegt, auf Grund welcher derselbe am 15. November 1880 beschloss, dem Minister des Handels und Ackerbaues folgende Sätze zur Kenntnis zu bringen:

1. Die Salicylsäure ist eine gefährliche Substanz, deren Verkauf den Gesetzen über den Verkauf der anderen gefährlichen Substanzen unterworfen werden sollte.

2. Diese Säure, welche berufen schien zur Conservierung der Nahrungsmittel, wirkt nur unter der Bedingung die Gährung unterdrückend, dass man hohe, ja toxische Dosen anwendet.

3. Man soll jedes flüssige oder feste Nahrungsmittel als gefälscht ansehen, welches auch nur eine Spur von Salicylsäure oder deren Derivate enthält, und deren Verkauf untersagen.

Auf Grund dieses Antrages wurde durch einen Ministerialerlass vom 7. Februar 1884 für Frankreich der Gebrauch der Salicylsäure zur Conservierung von Nahrungsmitteln verboten, und dieses Verbot blieb trotz zahlreicher Reclamationen und Processe aufrecht.

Das deutsche Gesetz, betreffend den Verkehr mit Nahrungsmitteln, vom 14. Mai 1879 erklärt die Salicylsäure als Conservierungsmittel der Weine für bedenklich.

Im Jahre 1885 fand zu Nürnberg eine Versammlung der bairischen Vertreter der angewandten Chemie statt, bei welcher die Frage discutiert wurde, ob ein

Digitized by Google

Zusatz von Salicylsäure zum Biere behufs dessen Conservierung zu gestatten sei. Bei dieser Gelegenheit wurde von einer Seite lebhaft für die Gestattung plaidiert, während Kayser mit aller Entschiedenheit dagegen auftrat. Er erklärt die Frage der Verwendbarkeit der Salicylsäure als Conservierungsmittel des Bieres in erster Linie als eine physiologisch-hygienische und hält, da die Unschädlichkeit kleiner Mengen von Salicylsäure für den menschlichen Organismus keineswegs als festgestellt angesehen werden darf, die Zulassung derselben zur Bierconservierung für ein bedenkliches Experiment mit einem wichtigen Factor der Volksernährung. Dass die kleinen Brauer so schwierig haltbares Bier herzustellen vermögen, liegt vor allem in deren mangelhafter technischen Bildung und in dem Mangel an Verständnis für die große Bedeutung der Reinlichkeit in ihrem Gewerbe. Die ganze Salicylsäurefrage im Brauergewerbe sei wesentlich eine Reinlichkeitsfrage und für die mangelnde Reinlichkeit soll die Salicylsäure kein Surrogat abgeben. In den Vordergrund dürfen nicht die Interessen der Brauer, sondern müssen die Interessen der Allgemeinheit gestellt werden. Nach diesen Ausführungen fasste die Versammlung die Resolution: Die Verwendung der Salicylsäure bei dem Braugewerbe ist nicht zulässig.

In Frankreich wurde auch noch das Gutachten der Akademie eingeholt, welches sich ganz entschieden gegen die Verwendung der Salicylsäure bei der Nahrungsmittelbereitung aussprach.

Digitized by Google

Nachdem von competenter Seite gegen den leichtfertigen Gebrauch der Salicylsäure so gewichtige Bedenken vorgebracht worden sind, wird der objectiv Denkende in dem Kampfe, den die Industrie mit der öffentlichen Gesundheitspflege führt, sich unbedingt in die Scharen der letzteren stellen. Die Salicylsäure ist im reinen Zustande nicht für jedermann eine gleichgiltige Substanz, selbst wenn sie nur in geringen Mengen, aber durch längere Zeit dem Organismus einverleibt wird, im unreinen Zustande bewirkt sie schwere Gesundheitsstörungen. Überlässt man dem Producenten von Nahrungs- und Genussmitteln die Verwendung der Salicylsäure, so kann aus Mangel an Sachkenntnis oder absichtlich ein unreines, also sehr schädliches Präparat zur Verwendung kommen, und dann können die Zusätze, wenn es sich um Conservierung minderwertiger Objecte handelt, auch leicht sehr groß ausfallen. Es wird billig sein, auch die Frage zu ventilieren, ob die Salicylsäure am Ende unentbehrlich geworden ist. Diese Frage muss entschieden verneint werden. Bier, Wein, Dunstobst, Gemüseconserven sind ohne Conservierungsmittel, also auch ohne Salicylsäure hergestellt worden und können jederzeit, wenn die nöthige Reinlichkeit und Sorgfalt aufgewendet wird, ohne Mithilfe eines solchen Mittels in tadelloser Qualität erzeugt werden. Ein Bedürfnis ist also die Salicylsäure in diesem Falle nicht, sie kann ganz gut entbehrt werden.

Da der Zusatz von Salicylsäure zu Nahrungsmitteln in mehreren Staaten verboten ist, so stellt

Digitized by Google

sich das Bedürfnis heraus, diese Säure in verschiedenen Objecten nachzuweisen; dies gelingt relativ leicht, die Salicylsäure ist nämlich in Äther löslich, sie kann daher aus Bier, Wein, ja selbst aus Dunstobst mittelst Äther extrahiert werden. Beim Verdampfen des Äthers bleibt die Salicylsäure als krystallisierter Körper zurück, der durch charakteristische Reactionen erkannt werden kann; es sei nur erwähnt, dass Eisenchlorid, mit Salicylsäure versetzt, eine intensiv violette Färbung hervorruft.

Ein Conservierungsmittel, das seit langer Zeit zur Conservierung von Wein und Bier verwendet wird, ist die schwefelige Säure, deren Wirkung darin besteht, dass sie jene Pilze tödtet oder in ihrer Entwicklung und sonstigen Function hemmt, welche Gährungsprocesse einleiten und dadurch das Verderben der genannten Getränke herbeiführen. Die Anwendung dieser schwefeligen Säure geschieht seit jeher zumeist durch das sogenannte Schwefeln, dem die Bier- und Weinfässer im leeren oder theilweise gefüllten Zustande unterworfen werden.

Die schwefelige Säure entfaltet ihre conservierende Wirkung selbst bei großer Verdünnung, also wenn den zu conservierenden Flüssigkeiten nur sehr geringe Quantitäten zugesetzt werden. Sehr gediegene Weinproducenten versichern, dass die schwefelige Säure für die Weinproduction unentbehrlich ist, und dass sie bisher durch nichts, was einer allgemeinen Anwendung fähig und zugleich unschädlich wäre, ersetzt werden kann.

Digitized by Google

Nun ist die schwefelige Säure eine für den menschlichen Organismus schädliche Substanz, welche, wenn sie in etwas erheblicherer Menge einverleibt wird, schwere Zufälle herbeiführen kann. Jedermann weiß aus eigener Erfahrung oder vom Hörensagen, dass der Genuss von stark geschwefeltem Weine, der also viel schwefelige Säure enthält, manchen Menschen unerträgliche Kopfschmerzen verursacht. Bedeutendere Quantitäten von schwefeliger Säure erzeugen Erbrechen und schwere Störungen im Verdauungstracte.

Bleibt geschwefelter Wein lange Zeit im Fasse liegen, so verschwindet die schwefelige Säure, indem sie allmählich durch den Sauerstoff der Luft oxydiert und in Schwefelsäure übergeführt wird; diese Schwefelsäure zersetzt Weinstein, der im Wein enthalten ist, und geht dadurch in schwefelsaures Kalium über, welches in den Mengen, um die es sich da handelt, vollständig unschädlich ist. Es ist also wünschenswert, den geschwefelten Wein erst dann dem Gebrauche zuzuführen, wenn alle schwefelige Säure oxydiert ist, denn dann hat man selbstverständlich nichts mehr von ihren schädlichen Wirkungen zu befürchten.

Häufig wird mit der schwefeligen Säure arger Missbrauch getrieben, indem man zum Beispiel durch große Mengen derselben Most haltbar macht oder auch fertigem Weine zu viel davon zusetzt und diesen, bevor die Umwandlung in Schwefelsäure erfolgt ist, an die Consumenten abgibt. Leichte, wenig haltbare Biere werden besonders in der Sommerszeit bisweilen so stark

Digitized by Google

geschwefelt, dass ein empfindliches Geruchsorgan die schwefelige Säure sofort deutlich wahrnimmt.

In neuerer Zeit hat man die Anwendung der schwefeligen Säure in der Bier- und Weinproduction wohl allgemein gestattet, jedoch mit der Einschränkung, dass die geschwefelten Getränke nicht früher an Consumenten verkauft werden, als bis die schwefelige Säure vollständig in Schwefelsäure übergegangen ist, oder dass die Getränke nicht mehr als acht Gewichtstheile schwefelige Säure auf eine Million Gewichtstheile von dem betreffenden Getränke enthalten.

Die schwefelige Säure ist leicht an ihrem charakteristischen Geruche zu erkennen, doch ist derselbe bei sehr starker Verdünnung im Bier oder Wein nicht wahrzunehmen, weil er da durch den Geruch anderer Körper verdeckt wird; man kann aber die schwefelige Säure durch Destillation leicht abscheiden, sie geht mit den Wasserdämpfen über und man erhält, wenn man ein schwefelige Säure enthaltendes Getränk destilliert, ein Destillat, das leicht auf schwefelige Säure geprüft werden kann, zum Beispiel mit blauer Jodstärke, welche entfärbt wird, mit Chromsäure, die grün gefärbt wird, mit übermangansaurem Kalium, welches entfärbt wird, mit Chlorwasser und Chlorbaryum, welche eine weiße Trübung in der Flüssigkeit erzeugen. Auch die quantitative Bestimmung der schwefeligen Säure in dem Destillate ist leicht und sicher auszuführen.

Ein geradezu unglaublicher Missbrauch wird bei

Digitized by Google

der Herstellung grüner Gemüseconserven mit verschiedenen Kupferpräparaten getrieben, welche man diesen Conserven lediglich deshalb zusetzt, um ihnen ein gefälliges Aussehen, eine schöne grüne Färbung zu verleihen. Da Kupferpräparate giftig sind und schon in geringen Quantitäten schädlich wirken, so ist bei uns, sowie in anderen Ländern ihre Verwendung bei der Herstellung von Nahrungsmitteln verboten, auch in Frankreich besteht dieses Verbot, nichtsdestoweniger versetzen die dortigen Conservenfabrikanten ihre Fabricate, und zwar namentlich jene, welche für den Export bestimmt sind, mit Kupferpräparaten, und so unglaublich es klingt, französische Fachmänner haben sich dafür ausgesprochen, man möge einen kleinen Kupferzusatz gestatten, damit die Industrie, welche sich dieses Zusatzes seit jeher bediene, nicht geschädigt werde; es solle nur auf den Vignetten der betreffenden Gefäße ersichtlich gemacht werden, dass der Inhalt der letzteren kupferhaltig sei. Man sollte es kaum für möglich halten, dass Männer der Wissenschaft im neunzehnten Jahrhunderte ein Vorgehen, das den Principien der öffentlichen Gesundheitspflege ins Gesicht schlägt, begünstigen bloß deshalb, um den Menschen den Eindruck der schön grün gefärbten Conserven nicht zu schmälern und ohne Rücksicht auf die Folgen für die Gesundheit. Bei uns sind solche Kupferzusätze arg verpönt, und die Sanitätspolizei fahndet nach Objecten, welche dem Gesetze zuwider mit Kupferpräparaten gefärbt sind, um ihre Erzeuger der verdienten

Digitized by Google

Strafe zuzuführen. Die Untersuchung auf Kupfer gestaltet sich bisweilen sehr einfach; wenn das Kupfer in dem flüssigen Theil der Conserven gelöst ist, so genügt das Eintauchen einer blank gescheuerten Stricknadel in diese Flüssigkeit, um die Anwesenheit des Kupfers nachzuweisen, es lagert sich nämlich an der eisernen Stricknadel eine Kupferschichte ab, welche an ihrer kupferrothen Farbe erkannt wird. Wenn dieser Versuch nicht gelingt, so wird etwas von der zu untersuchenden Conserve getrocknet, dann bei Luftzutritt in einem Porzellangefäße verbrannt und in der Asche mit den für Kupfer gebräuchlichen Reagentien dasselbe nachgewiesen, respective aufgesucht; von den charakteristischen Reactionen des Kupfers seien zwei hervorgehoben: 1. Die Lösungen der Kupferverbindungen werden durch Ammoniak tief blau gefärbt. 2. Gelbes Blutlaugensalz erzeugt in den Lösungen der Kupferverbindungen einen rothbraunen Niederschlag; diese beiden Reactionen treten noch bei kolossaler Verdünnung auf.

Wie schon früher erwähnt wurde, wird von allen Seiten energisch gegen die Verfälschung der Nahrungs- und Genussmittel angekämpft, die Wissenschaft hat die Mittel geboten, zu entscheiden, ob ein gegebenes Nahrungsmittel rein oder verfälscht ist, die Staaten haben ihre Völker gegen Fälschungen durch geeignete Gesetze zu schützen getrachtet; das alles führt aber nicht zu dem gewünschten Ziele, wenn nicht der Einzelne der wichtigen Angelegenheit Interesse entgegenbringt

Digitized by Google

und von dem zu seinem Schutze Dargebotenen Gebrauch macht. Jeder muss in zweifelhaftem Falle die verdächtigen Nahrungsmittel der Untersuchung zuführen, dazu werden ja die verschiedenen Untersuchungsstationen geschaffen, und die Einsicht muss doch so weit gedeihen, dass man nicht zum Beispiel um einer schönen Färbung willen die Gesundheit aufs Spiel setzt. Das sollte ganz unmöglich sein, dass grüne Gemüseconserven auf den Markt kommen, von denen jedermann nach der Angabe auf der Vignette erfahren kann, dass sie kupferhaltig sind. — Erst wenn das Publicum den von Wissenschaft und Staat gebotenen Schutz richtig würdigen und benützen wird, ist das Ende für die Nahrungsmittelfälschungen gekommen.

Digitized by Google

Digitized by Google

Inhaltsverzeichnis

der

in den Schriften des Vereines zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien vom Jahre 1880/81 bis einschliesslich 1889/90, Band XXI—XXX,

veröffentlichten

Vorträge und Abhandlungen.

Digitized by Google

Digitized by Google

I. Verzeichnis der Autoren.

Die Buchstaben *A*—*L* bezeichnen die Fachwissenschaften, in welche die betreffenden Vorträge und Abhandlungen im sachlichen Verzeichnisse II gereiht erscheinen.

Albert, Dr. Eduard. *K.*
Benedikt, Dr. Rudolf. *E.*
Boehm, Dr. Josef. *D. E. J. K.*
Brauer, Dr. Friedrich. *K. L.*
Breitenlohner, Dr. Josef. *G.*
Brezina, Dr. Aristides. *G.*
Brunner, Dr. Karl v. *J. L.*
Burgerstein, Dr. Alfred. *A. D.*
Chavanne, Dr. Josef. *H.*
Eder, Dr. Josef Maria. *E.*
Exner, Dr. Karl. *C.*
Exner, Dr. Sigmund. *K.*
Finger, Dr. Josef. *J.*
Gruber, Dr. Max. *D. K.*
Hatschek, Dr. B. *K.*
Hayek, Dr. Gustav v. *D. L.*
Heger, Franz. *B.*
Hochstetter, Dr. Ferd. R. v. *B.*
Höhnel, Dr. Franz R. v. *D.*
Höhnel, Ludwig R. v. *F.*
Hofmann, Dr. Ed. R. v. *K.*
Jüllig, Max. *J.*
Kareis, Josef. *J.*
Klein, Franz. *A. C.*
Kornhuber, Dr. A. *F.*
Kostlivy, Dr. Stanislaus. *H.*
Kreitner, Gustav. *F.*
Kundrat, Dr. Hans. *K.*
Latzel, Dr. Robert. *L.*
Lecher, Dr. Ernst. *H. J.*
Le Monnier, Dr. Franz R. v. *F.*
Lenz, Dr. Oskar. *F.*
Liznar, J. *H.*
Loessl, Friedrich R. v. *J.*
Lorenz, Dr. Adolf. *K.*
Ludwig, Dr. Ernst. *E.*
Marenzeller, Dr. Emil v. *L.*
Molisch, Dr. Hans. *D.*
Much, Dr. M. *B.*
Neumayr, Dr. Melchior. *G.*
Noë, Dr. Franz. *G. L.*
Obermayer, Albert v. *J.*
Oppolzer, Dr. Th. R. v. *C. J.*
Oser, Dr. Josef. *E.*
Palisa, Johann. *C.*
Penck, Dr. Albrecht. *G.*
Pernter, Dr. Josef. *C. H.*
Pierre, Dr. Victor. *J.*
Reitlechner, Dr. Karl. *K.*
Reuss, Dr. Albert R. v. *K.*
Reyer, Dr. E. *B.*
Rodler, Dr. Alfred. *F. G. L.*
Roessler, Dr. Leonhard. *E.*
Rziha, Franz R. v. *J.*
Simony, Dr. Friedr. *D. F. G. H.*
Simony, Dr. Oskar. *A. J.*
Skraup, Dr. Zdenko. *E.*
Suess, Dr. Eduard. *G.*
Szombathy, Josef. *G.*
Thümen, Felix v. *B. D. F.*
Tietze, Dr. Emil. *F.*
Toula, Dr. Franz. *A. G.*
Uhlig, Dr. Victor. *G.*
Vincenti, Karl R. v. *B.*
Volkmer, Ottomar. *E. J.*
Weiss, Dr. Edmund. *C.*
Wettstein, Dr. Rich. R. v. *D. L.*

Digitized by Google

II. Verzeichnis der Vorträge und Abhandlungen.

Der betreffende Band ist mit römischer und die Seite desselben mit arabischer Ziffer bezeichnet.

A. Allgemeines.

Burgerstein, Dr. Alfred, Professor: „Charles Darwin, eine Skizze seines Lebens und Schaffens. XXIX. 497.

Klein Franz, diplom. Ingenieur: Die Frauen in der Naturwissenschaft. XXIV. 1.

Simony, Dr. Oskar, Professor an der k. k. Hochschule für Bodencultur: Über die empyrische Natur unserer Raumvorstellungen. XXVI. 301.

Toula, Dr. Franz, Professor an der k. k. techn. Hochschule: Zur Erinnerung an Melchior Neumayr. XXX. 311.

B. Anthropologie und Culturhistorisches.

Heger Franz, Custos am k. k. naturhistorischen Hofmuseum: Die wichtigsten Fragen der modernen Urgeschichtsforschung. XXII. 437.

Hochstetter, Dr. Ferdinand v., Hofrath: Über prähistorische Begräbnißstätten. XXI. 481.

Much, Dr. M.: Die Frauen in der Urgeschichte. XXIII. 145.

— Über die urgeschichtlichen und im besonderen die germanischen Bauwerke in Niederösterreich und ihre Beziehung zum Volkswesen. XXIV. 475.

— Die Pfahlbauten und die Heimat der Indogermanen. XXV. 249.

Reyer, Dr. Ed., Universitäts-Professor: Stein und Metall als Mittel der Cultur. XXIII. 355.

Thümen, Felix v., k. k. Professor: Die Pflanze als Zaubermittel. XXI. 325.

Vincenti, Karl R. v.: Beduinenleben in der großen Wüste. XXI. 127.

— Polar-Nomaden (Tater und Fanten). XXI. 295.

Digitized by Google

C. Astronomie.

Exner, Dr. Karl, Professor: Über das Funkeln der Sterne. XXVIII. 295.
Klein Franz, diplom. Ingenieur: Die Bestimmung der Sonnenentfernung mit besonderer Rücksichtnahme auf Venusdurchgänge. XXIII. 53.
— Das Messbare im unbegrenzten Universum. XXV. 685.
Oppolzer, Dr. Theodor v., Universitäts-Professor: Über Aberration. XXIII. 189.
— Über historische Finsternisse. XXIV. 245.
— Über die Sothisperiode und das Siriusjahr der Ägypter. XXV. 99.
— Über Weltzeit. XXV. 415
Palisa Johann, Adjunct an der k. k. Sternwarte. Bewegungen im Sonnensystem. XXII. 137.
Pernter, Dr. Josef M., Privatdocent und Adjunct an der k. k. Centralanstalt für Meterologie etc.: Über die Temperatur der Sonne. XXVII. 515.
Weiss, Dr. Edmund, Universitäts-Professor, Director der k. k. Sternwarte: Über Nebelflecken. XXI. 361.
— Über die Anwendung der Photographie in der Sternkunde. XXIX. 577.

D. Botanik.

Boehm, Dr. Josef, Universitäts-Professor: Die Pflanze und die Atmosphäre. XXIII. 1.
— Die Nährstoffe der Pflanzen. XXVI. 17.
— Bau und Function der Pflanzenorgane. XXVII. 161.
— Über Krankheiten, Alter, Tod und Verjüngung der Pflanzen. XXVIII. 407.
Burgerstein, Dr. Alfred, Professor: Über Parasitismus und andere Formen der Symbiose mit besonderer Berücksichtigung pflanzlicher Organismen. XXII. 337.
— Über die nyctitropischen Bewegungen der Perianthien (Blumenschlaf). XXVII. 615.
Gruber, Dr. Max, Universitäts-Professor: Die bacteriologische Wasseruntersuchung und ihre Ergebnisse. XXX. 127.
Hayek, Dr. Gustav Edler v., k. k. Professor: Spaltpilze und Hygiene. XXVII. 335.
Höhnel, Dr. Franz R. v., Professor an der k. k. techn. Hochschule: Die Pflanze und das Licht. XXIII. 247.
— Über pflanzliche Faserstoffe. XXIV. 707.
— Über die Einrichtungen der Blüthen und ihre Ursachen. XXVI. 131.

Digitized by Google

Höhnel, Dr. Franz R. v., Professor an der k. k. techn. Hochschule: Über das Schmarotzen und Zusammenleben im Pflanzenreiche. XXVI. 465.
— Über Generationswechsel im Pflanzenreiche. XXVII. 399.
— Das Leben der Moose, geschildert am Widerthonmoos. XXVIII. 87.
Molisch, Dr. Hans, Professor an der k. k. techn. Hochschule in Graz: Das Bewegungsvermögen der Keimpflanze. XXIX. 51.
— Blattgrün und Blumenblau. XXX. 63.
Simony, Dr. Friedrich, Universitäts-Professor: Das Pflanzenleben der afrikanischen Wüsten. XXI. 89.
Thümen, Felix v., k. k. Professor: Pilze als Krankheitserreger in der Thierwelt. XXI. 223.
— Die Pflanze als Zaubermittel. XXI. 325.
Wettstein, Dr. Richard R. v., Adjunct und Privatdocent: Pflanzen und Ameisen. XXIX. 307.
— Die wichtigsten pflanzlichen Feinde unserer Forste. XXX. 277.

E. Chemie.

Benedikt, Dr. Rudolf, Professor an der k. k. techn. Hochschule: Über Leuchtkraft. XXIII. 17.
— Über chemische Analyse. XXIV. 281.
— Die Principien der Färberei. XXVI. 37.
— Die technische Verarbeitung des Rindertalges. XXVII. 63.
— Die Hygiene des Steinkohlentheers und der daraus dargestellten Producte. XXVIII. 1.
— Wandlungen in der chemischen Industrie. XXIX, 329.
— Die Harze. XXX. 371.
Boehm, Dr. Josef, Universitäts-Professor: Über Athmen, Brennen und Leuchten. XXIV. 221.
Eder, Dr. Josef Maria, k. k. Professor und Leiter der k. k photographischen Lehr- und Versuchsanstalt: Die Momentphotographie. XXIV. 307.
— Über Fortschritte in der Photographie. XXX. 415.
Ludwig, Dr. Ernst, Hofrath, Universitäts-Professor: Über einige chemische Vorgänge bei der Verdauung. XXI. 275.
— Über Feuersgefahren und die Mittel zu deren Bekämpfung. XXII. 509.
— Einiges aus der Chemie des Blutes. XXIII. 381.
— Über die Milch. XXV. 441.
— Über den Phosphor. XXVI. 501.

Digitized by Google

Ludwig, Dr. Ernst, Hofrath, Universitäts-Professor: Über Gifte aus dem Pflanzen- und Thierreiche. XXVIII. 209.
— Ein Capitel aus der Nahrungsmittellehre. XXX. 611.
Oser, Dr. Johann, Professor an der k. k. techn. Hochschule: Über das Eisen. XXI. 191.
— Über den Geruch. XXII. 373.
Roesler, Dr. Leonhard, k. k. Professor: Über die Erscheinungen und Producte der Gährung. XXII. 83.
Skraup, Dr. Zdenko, Universitäts-Professor in Graz: Temperaturveränderungen bei chemischen Processen. XXIV. 577.
Volkmer, Ottomar, k. k. Regierungsrath und Vicedirector der k. u. k. Staatsdruckerei: Über Fortschritte in der Photographie und den modernen Reproductionsverfahren. XXIX. 79.

F. Geographie und verwandte Fächer.

Höhnel, Ludwig R. v., k. k. Linienschiffslieutenant: Zum Rudolf-See und Stefanie-See. XXX. 221.
Kornhuber, Dr. Andreas, Professor an der k. k. techn. Hochschule: Über den Ätna. XXIII. 309.
— Über Corsica. XXIV. 51.
Kreitner, Gustav, k. k. Oberlieutenant: Reiseskizzen aus Birma. XXII. 207.
Le Monnier, Dr. Franz R. v., k. k. Ministerial-Secretär: Die Verbreitungsgrenzen der Menschheit. XXII. 239.
Lenz, Dr. Oskar, Universitäts-Professor in Prag: Aus der Sahara. XXIII. 277.
Rodler, Dr. Alfred, Privatdocent an der k. k. Universität: Der Urmiasee und das nordwestliche Persien. XXVII. 535.
Simony, Dr. Friedrich, Hofrath, Universitäts-Professor: Der Kreislauf der oceanischen Gewässer. XXII. 401.
— Das Pflanzenleben in den afrikanischen Wüsten. XXI. 89.
Thümen, Felix Freiherr v., k. k. Professor: Die Pampas, ihre Natur und die Bewohner. XXII. 173.
Tietze, Dr. Emil, k. k. Oberbergrath: Über Steppen und Wüsten. XXV. 123.

G. Geologie und verwandte Fächer.

Breitenlohner, Dr. J., Professor an der k. k. Hochschule für Bodencultur: Wie Muhrbrüche entstehen, was sie anrichten und wie man sie bändigt. XXIII. 457.

Digitized by Google

Brezina, Dr. Aristides, Director der mineral.-petrogr. Abtheilung am k. k. naturhistorischen Hofmuseum: Wie wachsen die Steine? XXX. 579.
Neumayr, Dr. Melchior, Universitäts-Professor: Theorien über die Zukunft der Erde. XXII. 109.
— Die Thierwelt der Juraformation. XXIV. 381.
— Die klimatischen Verhältnisse der Vorzeit. XXIX. 229.
Noë, Dr. Franz, k. k. Professor: Die Quellen an dem Ostabhange der Alpen bei Wien. XXVII. 121.
Penck, Dr. Albrecht, Universitäts-Professor: Die Eiszeit in den Alpen. XXV. 711.
— Über Denudation der Erdoberfläche. XXVII. 431.
— Die Bildung der Durchbruchthäler. XXVIII. 433.
— Theorien über das Gleichgewicht der Erdkruste. XXIX. 415.
— Das österreichische Alpenvorland. XXX. 393.
Rodler, Dr. Alfred, Privatdocent an der k. k. Universität: Über den Staub. XXIX. 357.
Simony, Dr. Friedrich, Hofrath, Universitäts-Professor: Die Schwankungen in der räumlichen Ausdehnung der Gletscher. XXIV. 605.
Suess, Dr. Eduard, Universitäts-Professor: Über die Structur Europas. XXX. 1.
Szombathy, Josef, Custos am k. k. naturhistorischen Hofmuseum: Die Höhlen und ihre Erforschung. XXIII. 487.
Toula, Dr. Franz, Professor an der k. k. techn. Hochschule: Über den gegenwärtigen Stand der Erdbebenfrage. XXI. 523.
— Geologische Forschungsergebnisse aus dem Flussgebiete des Colorado. XXVII. 181.
— Der Yellowstone-Nationalpark, der vulcanische Ausbruch auf Neuseeland und das Geysirphänomen. XXVII. 255.
— Die Steinkohlen. XXVIII. 485.
— Über die mikroskopische Untersuchung der Gesteine. XXIX. 441.
— Zur Erinnerung an Melchior Neumayr. XXX. 311.
— Reisen und geologische Untersuchungen in Bulgarien. XXX. 435.
Uhlig, Dr. Victor, Privatdocent an der k. k. Universität: Über die Betheiligung mikroskopischer Organismen an der Zusammensetzung der Gesteine. XXV. 1.
— Über Petroleum. XXVI. 225.

Digitized by Google

H. Meteorologie und Erdmagnetismus.

Chavanne, Dr. Josef: Klimatische und mechanische Wirkungen der Winde. XXI. 163.

Kostlivy, Dr. Stanislaus, Adjunct an der k. k. Centralanstalt für Meteorologie etc.: Über Erdmagnetismus. XXI. 417.

Lecher, Dr. Ernst, Privatdocent an der k. k. Universität: Über atmosphärische Elektricität. XXIX. 389.

Liznar, J., Adjunct an der k. k. Centralanstalt für Meteorologie etc.: Über die periodischen Änderungen der Temperatur. XXII. 53.

Pernter, Dr. J. M., Adjunct an der k. k. Centralanstalt für Meteorologie etc.: Über Dämmerungserscheinungen. XXV. 219.

— Der Mond und das Wetter. XXVI. 1.

— Tromben und Tornados. XXVI. 521.

— Die modernen Wetterpropheten. XXIX. 163.

— Die blaue Farbe des Himmels. XXX. 197.

Simony, Dr. Friedrich, Hofrath, Universitäts-Professor: Die Temperaturverhältnisse Wiens in der Periode 1775—1882. XXIII. 527.

J. Physik und Mechanik etc.

Boehm, Dr. Josef, Universitäts-Professor: Athmen, Brennen und Leuchten. XXIV. 221.

Brunner v. Wattenwyl, Dr. Karl, Ministerialrath: Über elektrische Accumulatoren. XXIII. 293.

Finger, Dr. Josef, Professor an der k. k. techn. Hochschule: Über terrestrische Gravitation. XXII. 271.

— Die relativen Bewegungen auf der Erdoberfläche. XXVIII. 173.

Jüllig, Max, diplom. Ingenieur und Docent an der k. k. techn. Hochschule in Wien: Über akustische Distanzmessung. XXI. 55.

— Über Seeleuchten. XXII. 1.

— Über elektrische Kraftübertragung. XXIII. 421.

— Telephon, Mikrophon und Radiophon. XXIV. 185.

— Die Fortschritte der elektrischen Beleuchtung. XXV. 187.

— Über die Fortschritte der Telephonie. XXX. 163.

Kareis, Josef, Oberingenieur: Die Telegraphie in der Electrotechnik. XXIV. 429.

Lecher, Dr. Ernst, Privatdocent an der k. k. Universität: Über die künstliche Darstellung der tiefsten Kältegrade. XXVIII. 151.

Digitized by Google

Lecher, Dr. Ernst, Privatdocent an der k. k. Universität: Über atmosphärische Elektricität. XXIX. 389.
— Die Versuche von H. Hertz über den Zusammenhang von Licht und Elektricität. XXX. 349.
Loessl, Friedrich R. v.: Der Luftwiderstand im allgemeinen und in seiner besonderen Beziehung auf Luftschiffahrt. XXVI. 419.
Obermayer, Albert Edler v., k. k. Oberstlieutenant: Über das absolute Maßsystem. XXIV. 653.
— Über die elektrische Kraftübertragung und die Fortschritte in der Anwendung derselben. XXVIII. 231.
— Über die Eigenschaft des Öles, die Meereswellen zu beruhigen. XXIX. 277.
Oppolzer, Dr. Theodor R. v., Hofrath, Universitäts-Professor: Über die Bestimmung der Schwerkraft. XXVI. 57.
Pierre, Dr. Victor, Professor an der k. k. techn. Hochschule: Über den Verdampfungsprocess. XXI. 387.
Rziha, Franz R. v., Professor an der k. k. techn. Hochschule: Der Bau des Arlbergtunnels. XXV. 373.
— Schlagende Wetter. XXVI. 347.
Simony, Dr. Oskar, Professor an der k. k. Hochschule für Bodencultur: Über das Princip der Erhaltung der Energie und dessen naturwissenschaftliche Verwertung. XXV. 509.
Volkmer, Ottomar, k. k. Regierungsrath und Vicedirector der k. u. k. Staatsdruckerei: Die Verwertung der Electrolyse in den graphischen Künsten. XXVII. 1.

K. Physiologie, Anatomie, Entwicklungsgeschichte etc.

Albert, Dr. E., Hofrath, Universitäts-Professor: Über Knochen und Gelenke. XXIV. 153.
— Gehirn und Seele. XXV. 53.
— Über das Stehen und Gehen. XXVI. 551.
— Die Aktinomykose, eine neue Krankheit des Menschen. XXVII. 233.
— Über den Schmerz und die schmerzstillenden Mittel. XXVIII. 383.
Boehm, Dr. Josef, Universitäts-Professor: Der Kreislauf der Säfte in Thieren und Pflanzen. XXV. 39.
— Beziehungen der Larvenformen der Thiere zur Abstammung. XXVI. 249.
— Über Athmen, Brennen und Leuchten. XXIV. 221.
Brauer, Dr. Friedrich, Universitäts-Professor: Beziehungen der Descendenzlehre zur Systematik. XXVII. 577.

Digitized by Google

Exner, Dr. Sigmund, Universitäts-Professor: Physiologisches und Pathologisches in den bildenden Künsten. XXIX. 23.
— Über die menschliche Stimme. XXX. 23.
Gruber, Dr. Max, Universitäts-Professor: Die bacteriologische Wasseruntersuchung und ihre Ergebnisse. XXX. 127.
Hatschek, Dr. B., Universitäts-Professor in Prag: Über das thierische Protoplasma. XXI. 449.
Hofmann, Dr. Eduard, Universitäts-Professor: Über den plötzlichen Tod aus natürlichen Ursachen. XXIV. 541.
— Über die Veränderungen des menschlichen Körpers nach dem Tode. XXV. 299.
— Über Gifte im allgemeinen und einige Vergiftungen im Haushalte. XXVI. 169.
— Über Knochen und Tätowirungen mit Rücksicht auf die Agnoscirungsfrage. XXVII. 361.
Kundrat, Dr. Hans, Universitäts-Professor: Über Wachsthumsstörungen des menschlichen Organismus. I. Der Muskulatur. XXX. 255.
Lorenz, Dr. Adolf, Privatdocent an der k. k. Universität: Die Epidemie der Rückgratsverkrümmungen bei unserer weiblichen Jugend. XXVIII. 33.
— Die Verkrümmungen der Bewegungswerkzeuge des Menschen und ihre orthopädische Behandlung. XXIX. 189.
Reitlechner, Dr. Karl, k. k. Professor: Über die menschliche Arbeitskraft. XXI. 1.
Reuss, Dr. Albert R. v., Universitäts-Professor: Die modernen schulhygienischen Maßregeln gegen die Kurzsichtigkeit. XXV. 343.
— Über Farbensinn und Farbenblindheit. XXVI. 273.
— Über optische Täuschungen. XXVII. 459.
— Die Sprache der Augen. XXVIII. 121.
— Über den Einfluss der Beleuchtung auf das Auge. XXIX. 1.

L. Zoologie.

Brauer, Dr. Friedrich, Universitäts-Professor: Biologisches über blutsaugende Insecten mit besonderer Berücksichtigung ihrer Mundtheile. XXI. 255.
— Biologisches aus der Insectenwelt. XXII. 485.
— Über einige schmarotzende und parasitische Insecten. XXIII. 405.
— Fehlschlüsse und Wahrheiten aus der Biologie. XXVIII. 693.

Digitized by Google

Brunner v. Wattenwyl, Dr. Karl, Ministerialrath: Über das Stimm- und Gehörorgan der Heuschrecken. XXIV. 461.
Hayek, Dr. Gustav Edler v., k. k. Professor: Über Wespen und deren Baue. XXII. 33.
— Herpetologisches und Ichthyologisches. XXIII. 231.
— Der Vogel und sein Nest. XXVII. 91.
Latzel, Dr. Robert, Professor: Über die Brutpflege bei den Arthropoden. XXVIII. 327.
Marenzeller, Dr. Emil Edler v., Custos am k. k. naturhistorischen Hofmuseum: Über Meerleuchten. XXIX. 135.
— Über Färbung und Zeichnung der Thiere. XXX. 97.
Noë, Dr. Franz, k. k. Professor: Lebensgewohnheiten der Flatterthiere. XXV. 457.
— Wanderungen im Thierreiche. XXVI. 79.
Rodler, Dr. Alfred: Verbreitung und Geschichte der Seesäugethiere. XXVIII. 263.
Wettstein, Dr. Richard R. v., Adjunct und Privatdocent: Pflanzen und Ameisen. XXIX. 307.

Digitized by Google

Inhalt.

	Seite
Jahresbericht. Ansprache des Herrn Vereinspräsidenten, k. k. Ministerialrathes i. P., Dr. Karl Brunner v. Wattenwyl, am 19. März 1890	V
Cassagebahrung	X
Vereinsleitung	XIV
Gesellschaften, Vereine und Anstalten, mit welchen Schriftentausch stattfindet	XVI
Verzeichnis der gehaltenen Vorträge	XXI
Verzeichnis der Subventionen, der Vereinsmitglieder und ihrer Beiträge für das 30. Vereinsjahr 1889/90	XXV
Zahl der Mitglieder	LI
Gestorbene Vereinsmitglieder	LII

Vorträge:

Prof. Dr. Eduard Suess: Über die Structur Europas. (Mit 1 Karte.)	1
Prof. Dr. Sigmund Exner: Über die menschliche Stimme. (Mit 1 Tafel und 2 Abbildungen im Texte.)	23
Prof. Dr. Hans Molisch: Blattgrün und Blumenblau. (Mit 4 Abbildungen im Texte.)	63
Dr. Emil v. Marenzeller: Über Färbung und Zeichnung der Thiere	97
Prof. Dr. Max Gruber: Die bakteriologische Wasseruntersuchung und ihre Ergebnisse	127
Docent Max Jüllig: Über die Fortschritte der Telephonie. (Mit 14 Abbildungen im Texte.)	163
Dr. J. M. Pernter: Die blaue Farbe des Himmels	197

Digitized by Google

Seite

Ludwig Ritter v. Höhnel: Zum Rudolfs-See und Stephanie-See. (Mit 4 Vollbildern, 1 Karte und 8 Abbildungen im Texte.) 221

Prof. Dr. Hans Kundrat: Über Wachsthumsstörungen des menschlichen Organismus. I. Der Muskulatur 255

Docent Dr. Richard Ritter v. Wettstein: Die wichtigsten pflanzlichen Feinde unserer Forste. (Mit 8 Abbildungen im Texte.) 277

Prof. Dr. Franz Toula: Zur Erinnerung an Melchior Neumayr 311

Docent Dr. Ernst Lecher: Die Versuche von H. Hertz über den Zusammenhang von Licht und Elektricität. (Mit 5 Abbildungen im Texte.) 349

Prof. Dr. Rudolf Benedikt: Die Harze 371

Prof. Dr. Albrecht Penck: Das österreichische Alpenvorland 393

Prof. Dr. J. M. Eder: Über Fortschritte in der Photographie 415

Prof. Dr. Franz Toula: Reisen und geologische Untersuchungen in Bulgarien. (Mit 1 geologischen Karte, 4 geologischen Profilen, 7 Vollbildern und 2 Abbildungen im Texte.) 435

Director Dr. Aristides Brezina: Wie wachsen die Steine? (Mit 19 Abbildungen im Texte.) 579

Prof. Dr. Ernst Ludwig: Ein Capitel aus der Nahrungsmittellehre 611

Inhaltsverzeichnis der in den Bänden XXI—XXX der Vereinsschriften veröffentlichten Vorträge und Abhandlungen 631

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

G44
V52
V.30
214304
Vienna

Digitized by Google